



**République algérienne démocratique et populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche**  
**scientifique**  
**Université de Ghardaïa**



**Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre**  
**Département des sciences agronomiques**

# **Cours Autres élevages (camelin et apicole)**

**Spécialité : Production animale**

**Niveau : 3<sup>ème</sup> année licence**

**Réalisé par : Dr. DJOUZA Loubna**

**Année académique : 2021/2022**

## **Informations sur le cours ‘Fiche contact’**

**Université de Ghardaïa**

**Faculté** : Sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

**Département** : Sciences agronomiques

**Public cible** : 3ème année Licence, Spécialité : Production animale.

**Pré requis** ; Il est recommandé pour les étudiants d'avoir des connaissances préalables sur les caractéristiques anatomiques et la physiologie des animaux

**Semestre 6**

**Intitulé du cours** : Autres élevage (Apiculture, élevage camelin)

**Unité d'enseignement Découverte** (UED 3.2.1)

**Crédit**: 02

**Coefficient**: 02

**Durée** : 45h

**Horaire**: Samedi: 14h00- 16h00

Salle : S21

**Volume horaire de travail requis/semaine** : Cours 1h30

**Modalité d'évaluation** : Contrôle continu (40%), Examen final (60%).

**Enseignant de cours**: Dr. Loubna Djouza

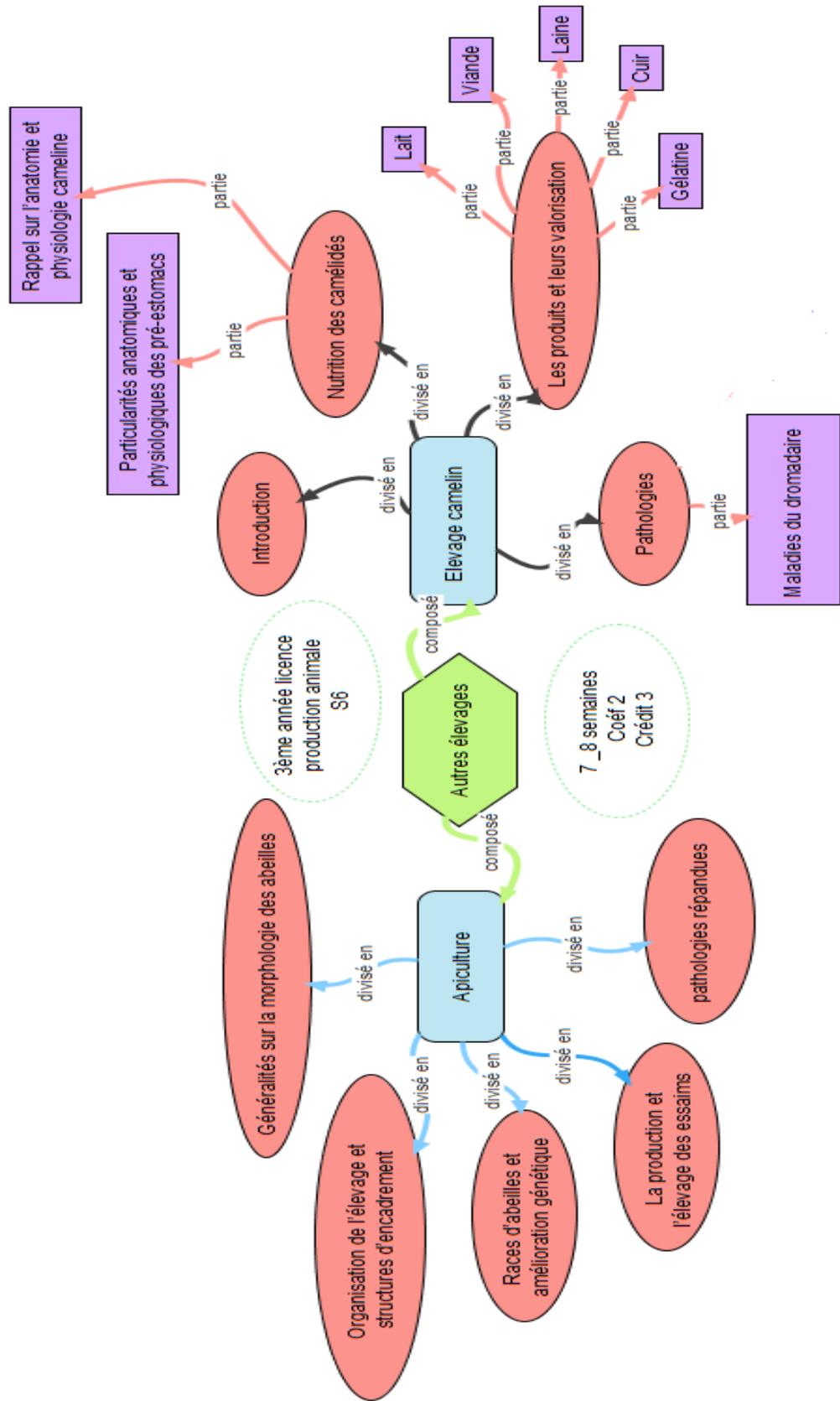
**Contact** : par mail au: [djzlb@gmail.com](mailto:djzlb@gmail.com)

**Disponibilité** :

- ✓ **Au bureau** : Dimanche de 08h00 -10h00
- ✓ **Par mail** : Je m'engage à répondre sur toute question en relation avec le cours par mail dans 48 heures qui suivent la réception du message, sauf en cas des imprévus.

## **II. Présentation du cours**

Le module autres élevages est un module composé de deux parties : élevage apicole et camelin, qui vise à fournir aux étudiants les connaissances de base en matière de l'élevage camelin et apicole (nutrition et utilisation des ressources, reproduction, sélection, conduite sanitaire ... etc.)



Carte mentale du cours

## **Plan du cours**

### **I. Elevage camelin**

Objectifs	10
Introduction	10
1. Spécificités du dromadaire	11
2. Populations camelines algériennes	12
3. Systèmes d'élevage camelin en Algérie	13
4. Évolution des effectifs et des productions camelines	14
Chapitre I. Nutrition des camélidés	16
Objectifs	16
Introduction	16
A/ Rappel sur l'anatomie et physiologie cameline	16
1. Système digestif	16
1.1. Bouche	16
1.2. Œsophage	18
1.3. Estomac	18
1.3.1. Particularités anatomiques et physiologiques des pré-estomacs	18
1.3.1.1. Différents compartiments	19
1.3.1.2. Population microbienne des pré-estomacs	19
1.3.1.3. Comportement alimentaire	20
1.3.1.4. Ingestion et digestibilité des aliments	20
1.3.1.5. Physiologie digestive des pré-estomacs	21
1.3.1.5.1. Motricité des pré-estomacs	21
1.3.1.5.2. Taille et densité des particules alimentaires dans les pré-estomacs	21
1.3.1.5.3. Temps de séjour des particules solides et de la phase liquide des digesta	22
1.3.1.6. Quantités ingérées et comportement alimentaire	23
1.3.1.6.1. Ingestion de matière sèche	23
1.3.1.6.2. Consommation d'eau, production de salive et de substances tampon	23
1.3.1.7. Conditions physico-chimiques et les fermentations dans les pré-estomacs	24

1.4.	Intestin grêle	24
1.5.	Gros intestin	25
1.6.	Glandes annexes	25
2.	Système et physiologie de la reproduction	25
2.1.	Femelle	25
2.2.	Male	27
	Chapitre II. Produits et leur valorisation	29
	Introduction	29
	Objectifs	29
	Gamme de produits	29
1.	Production de lait	29
	1.1. Produits laitiers	30
2.	Viande	30
3.	Laine	32
4.	Cuir	32
5.	Travail	33
	Chapitre III. Pathologie	34
	Introduction	34
	Objectifs	34
	A/Maladies des dromadaires (Maladies communes aux autres ruminants, la Trypanosomose)	34
	1.Gale	34
	2.Trypanosomose	36
	3.Brucellose	37
	4.Varirole	38
	II. Elevage Apicole	39
	Objectifs	39
	Introduction	39
	A /Généralités sur la morphologie d'abeille	40
1.	Morphologie	40

1.1.	Tête	40
1.2.	Thorax	42
1.3.	Abdomen	43
2.	Systèmes physiologiques	43
2.1.	Système digestif	43
2.1.1.	Glandes annexes du système digestif	44
2.2.	Système nerveux	45
2.3.	Système musculaire	45
2.4.	Système circulatoire	46
2.5.	Système respiratoire	47
	B/Organisation de l'élevage et structures d'encadrement	48
	a.Structure	48
•	Ouvrières	48
•	Reine	49
•	Faux bourdons	50
	b.Communication	50
•	Trophallaxie	51
•	Phéromones d'alarme	51
•	Danse des abeilles	51
	c.Colonie des abeilles	52
•	Cellules des ouvrières	52
•	Cellules des males	52
•	Cellules royales	53
•	Autres types de cellules	53
	d.Reproduction et alimentation	53
	1 .Reproduction	54
1.1.	Cycle de vie	54
1.1.1.	Œuf	55
1.1.2.	Larve	56

1.1.3. Nymphe	56
2) Cycle de la colonie	56
3) Essaimage	57
4) Alimentation des abeilles	57
4.1. Nectar	57
4.2. Miellat	58
4.3. Pollen	59
4.4. Eau	59
4.5. Propolis	59
4.6. Quel nourrissage donner à nos colonies ?	60
5.Pratiques apicoles	61
5.1. Choix de l'endroit	61
5.1.1. Conditions	61
5.1.2. Aménagements	62
5.1.3. Types de ruchers	63
5.1.4. Immatriculation des ruches	63
5.2. Choix du temps (saison apicole)	63
5.2.1. Saison apicole	63
5.2.1.1. Hivernage	63
5.2.1.2. Développement printanier	63
5.2.1.3. Période d'essaimage	64
5.2.1.4. Récolte	65
5.2.1.5. Nourrissage d'hiver	65
5.3. Choix de la ruche (matériel)	66
5.3.1. Comment peupler	68
5.3.1.1. Colonies sur cadre	68
5.3.2. Essaims	68
5.3.3. Déplacement de colonies et transport des ruches	69
5.4. Matériel apicole	69

5.4.1. Exploitation des ruches	71
5.4.1.1. Visites	71
5.4.1.2. Carnet de note	72
5.4.1.3. Miellerie	72
5.4.2. Renouvellement du cheptel	72
C/ Races d'abeilles et amélioration génétique	73
a.Races d'abeille	73
a.1.Abeille mellifère africaine	73
a.2.Abeilles du moyen orient	74
a.3Abeilles mellifères européenne	74
b .Sélection	74
b.1.Quelle abeille choisir ;	74
b.2.Critères de sélection	75
c. Amélioration génétique.	75
c.1.Elevage en race pure	76
_Insémination artificielle (IA)	76
D /Production et l'élevage des essaims	77
1. Produits de l'abeille	77
1.1. Miel	77
1.2. Cire	79
1.3. Gelée royale	80
1.4. Venin	80
E/ Quelques pathologies répandues	81
1. Facteurs environnementaux favorisant l'apparition des maladies	81
1.1. Maladies courantes	82
1.1.1. Varroase	82
1.1.2. Acariose Tropilaelaps	83
1.1.3. Loque américaine	84
1.1.4. Nosérose (diarrhée jaune)	85

1.1.5. Loque européenne	87
1.1.6. Couvain sacciforme	88
2. Ennemis et prédateurs des abeilles	90
2.1. Fausse teigne	90
2.2. Fourmis	90
2.3. <i>Aethina tumida</i>	90
Références bibliographiques	92

## I. ELEVAGE CAMELIN

### Objectifs :

Cette première partie du cours permet de familiariser les étudiants avec les caractéristiques de l'élevage camelin. Elle est scindée en un ensemble d'unités d'apprentissage à l'issue duquel l'étudiant sera capable de :

- Connaître la morphologie, l'anatomie et la physiologie des camelins,
- Identifier les produits de cet élevage
- Déterminer les pathologies affectant l'espèce cameline
- Comprendre le mécanisme de la reproduction et ces caractéristiques
- Gérer les différents problèmes liés à la santé lors de l'élevage

### Introduction

L'élevage camelin concerne le fait d'élever des chameaux pour leurs produits au profit des humains. Il demeure marginal en Algérie, mais représente pour les régions désertiques une ressource animale inestimable

Durant la décennie (2010-2019), le cheptel camelin algérien est passé de 313990 têtes en 2010 à 416519 têtes en 2019 (**FAOstat, 2021**). Résultat de plusieurs programmes de développement de l'élevage camelin mis en place par l'Etat algérien. En effet, l'élevage camelin n'a connu d'impulsion considérable qu'à partir de l'année 2000, suite à la promulgation de la prime à la naissance par le ministère de l'Agriculture, comme une sorte d'aide financière accordée aux éleveurs pour toute naissance d'un nouveau chamelon.

## 1. Spécificités du dromadaire

Le dromadaire est un animal vertébré de la classe des mammifères ongulé « sous classe des placentaire », il appartient à l'ordre des Artiodactyles (pieds à deux doigts) et au sous ordre des tylopodes. Pour la famille c'est des Camélidés qui comprennent les Camelus et les Lama. Le genre Camélus « espece Camelus bactrianus a deux bosses, et l'espece Camelus dromedarius a une seule bosse » est fréquent dans les régions désertiques de l'Afrique, d'Asie et d'Europe. Le genre Lama est spécifique des déserts de l'Amérique (Faye, 1997).

Seul l'avant du sabot touche le sol. Les doigts sont élargis et le coussinet plantaire charnu. Le dromadaire, les chameau ainsi que la girafe sont les seuls animaux qui marchent l'amble, c'est-à-dire que les pattes avant et arrière du même côté avancent en même temps



**Figure 01:** Le Lama et le dromadaire

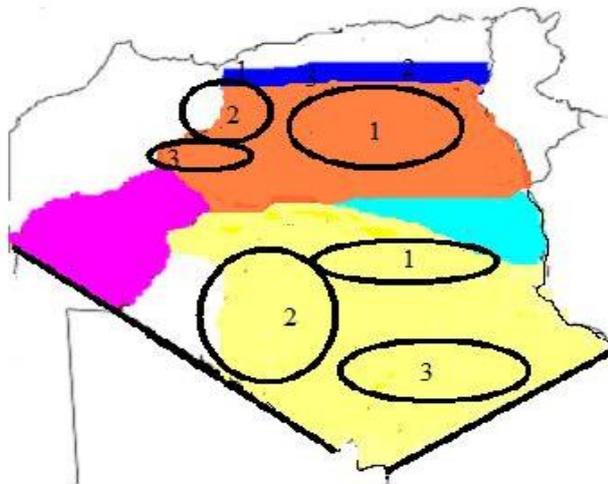
Le dromadaire est distingué comparativement aux autres animaux domestiques par :

- La présence d'un fin et long cou soutenu par 7 vertèbres cervicales, Les muscles du cou sont peu développés, contrairement aux apparences.
- La présence d'une bosse qui représente une réserve d'eau et d'énergie. La concentration des réserves adipeuses dans la bosse et sur les dos, limite leur répartition sous la peau et donc facilite la dissipation cutanée de la chaleur.
- La tête est large, l'absence de cornes, les petites oreilles, les yeux larges et saillants,
- Les narines longues (sinus amples et profonds), se ferment hermétiquement en cas de vent de sable.
- Les membres sont puissants; Plus de 65% du poids du corps est supporté par les membres postérieurs. Les coussins élastiques sous les pieds isolent de la chaleur.
- La large sole des pieds diminue la pression au sol par unité de surface. Elle empêche le dromadaire de s'enfoncer dans le sable fin.
- Le dromadaire a deux doigts à chaque pied. Chaque doigt est animé par un muscle. Les ongles sont sensibles à la pression.
- Les parties postérieures des mamelles sont plus fortement productrices en lait que les parties antérieures.

- La température interne du corps varie de 34°C à 42°C selon la température externe, sans consommation supplémentaire d'énergie.
- Aux heures chaudes, le dromadaire se tient préférentiellement face au soleil afin d'exposer la plus faible superficie possible au rayonnement solaire maximal.
- La capacité de perte d'un tiers de son poids en eau sans mettre sa vie en danger. Le poids corporel diminue progressivement avec l'avancement de période de déshydratation.
- Le dromadaire déshydraté excrète une urine très concentrée, rendue possible grâce à l'anatomie particulière du rein munie de longues "anses de Henlé", zones de réabsorption privilégiée de l'eau et des électrolytes.

## 2. Populations camelines algériennes

Le diagnostic de l'élevage camelin dans le Sahara septentrional nous montre l'existence d'une seule population cameline, à savoir Sahraoui (dromadaires des arabes), englobant l'ensemble des races rapportées par Benaïssa (1989) et d'autres, rapportés par Oulad Belkhir (2008), à savoir les races Chaambi, Ouled Sid Cheikh, et Chaambi de Beni Abbas. L'autre race dominante en Algérie à savoir la targui, Amenas (N'ahaggar Amenas N'tamesna, Amenas N'adghagh) se trouve dans le Sahara central (Figure 02)



**Figure 02:** Répartition géographique des populations camelines en Algérie (Oulad Belkhir; 2008)

«couleur orange: Sahraoui, jaune: Targui, Bleu foncé: Telli, violet: Reguibi, bleu clair: Araba »

La nomenclature de ces populations était plus liée aux noms des tribus qui les reproduisent.

**2.1.Population Sahraoui** (couleur rouge dans la carte): issu du croisement Chaambi et Ouled sidi cheikh: (figure 03)

- ✓ Chaâmbi ou Arbi (arabe) : très bon pour le transport, moyen pour la selle
- ✓ Ouled Sid Cheikh : animal de selle
- ✓ Chaâmbi de Beni Abbas

**2.2.Population Targui** (jaune) ; animal de selle et bon reproducteur:

- ✓ Amenas Nahaggar (dromadaire de Hoggar),
- ✓ Amenas Ntamesna (dromadaire de Tamesna),
- ✓ Amenas Nadghagh (dromadaire d'Adghagh)

**2.3.Population Telli** (population de la steppe) (bleue foncé) :

- ✓ Ait Khebach: animal de bât, on le trouve dans l'air Sud ouest,
- ✓ Ouled Nail,
- ✓ Ftouh: animal de trait et de bât

**2.4.Population Reguibi** (violet): très bon méhari, il est réparti dans le Sahara occidental, le sud ouest.

**2.5.Population Araba** (bleue clair)



**Figure 03:** Dromadaire de population Sahraoui (gauche), et Targui (Oulad belkhir, 2018)

### 3.Systèmes d'élevage camelin en Algérie

L'élevage camelin en Algérie est de type extensif en général, selon le mode de contrôle des animaux, il peut être gardé, semi gardé ou libre (h'mil), selon le mode de vie il peut être sédentaire, nomade ou transhumant (Oulad Belkhir, 2008).

### **3.1. Système nomade**

C'est une pratique opportuniste, dans les régions les plus arides où les précipitations sont rares. Il y a une régression de ce type de mobilité, mais parallèlement, une transformation de la nature de ces déplacements qui demeurent indispensables dans bien des systèmes d'élevage camelin. (Abaab et al, 1995)

C'est un mode de vie particulier que l'on peut nommer primitif, caractérisé par une organisation sociale de type tribal, et fondé essentiellement sur un déplacement incessant de l'éleveur en compagnie de sa famille, son troupeau et sa tente de lieu en lieu, parcourant des dizaines de kilomètres par jour sur les zones de pacages en quête de pâturages verdoyants et d'eau, selon les besoins alimentaires de leurs troupeaux (Bedda,2014).

### **3.2.Système transhumant**

La transhumance fait référence à une pratique de déplacement des troupeaux, saisonnier, pendulaire, selon des parcours bien précis, répétés chaque année (Faye et al., 1997).

C'est le déplacement saisonnier cyclique des troupeaux synchrone des pluies, pour l'exploitation des ressources fourragères et hydrauliques temporaires, dans un espace agraire, dont les éleveurs ont la maîtrise technique par droit d'usage coutumier (MAP, 1986).

Cette maîtrise comme le déclare Boukhobza (1982), est une façon d'éviter la guerre entre les tribus pour que chacune d'elle a un mouvement organisé périodique, et rendu nécessaire par les variations saisonnières de la végétation.

### **3.3.Système sédentaire**

C'est, le résultat d'un développement du processus de dégradation de la société pastorale, elle a objectivement pour finalité l'exclusion des pasteurs nomades de la totalité de leurs conditions (travail, consommation, habitat, ...etc.).

La "sédentarisation" est parfois utilisée pour décrire un processus d'évolution et d'adaptation des populations nomades qui réduisent l'amplitude de leurs déplacements et incluent des pratiques agricoles dans leurs activités (Kaufmann, 1998). La constitution du troupeau traditionnellement nécessite plus une longue durée, cela peut être résolu par l'amélioration des techniques de conduite d'élevage qui donneront plus de valeur au dromadaire .et mettront fin a l'idée négative, de suspendre cet animal de l'élevage (Yagil, 1982).

## **4.Évolution des effectifs et des productions**

### **4.1. Effectifs**

Le recensement précis des camelins dans le monde est difficile, d'abord, parce qu'il s'agit essentiellement des animaux élevés par des populations nomades, qui se déplacent fréquemment, d'un part, et d'autre part, parce qu'il n'y a pas de vaccination obligatoire. Selon (FAO stat, 2021), le nombre total en Afrique 32 671 288 têtes camelines, et en Algérie 416519 têtes d'après le tableau 1.

**Tableau 01:** Evolution des effectifs camelins en Algérie (FAOstat, 2021)

Année	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2019
<b>Effectif (têtes camelines)</b>	154000	183980	149230	122450	234170	313990	416519

Depuis 1961, l'effectif camelin en Algérie a presque triplé, et durant cette période, il a connu des fluctuations où l'on rencontre une régression durant les années soixante-dix, due à la révolution agraire qui a provoqué chez les uns de fausses déclarations et chez les autres, un exode rural, se soldant par un délaissement de l'élevage camelin ; et une augmentation des effectifs durant les années 2000, dus à la subvention de l'Etat .

Durant ces dernières années, les effectifs camelins en Algérie ont connu une évolution très nette (**Tableau1**)

Aujourd'hui la plus grande concentration se trouve dans les wilayas frontalières du Sahara central, et pendant les années soixante-dix et quatre-vingt la plus grande concentration a été observés dans la partie orientale du Sahara septentrional. Cette situation nous oblige a renforcé les contrôles au niveau des frontières, et la pratique de la mise en quarantaine pour les animaux qui rentre au paye.

#### 4.2. Productions camelines

Le recensement précis des produits camelins en Algérie est également difficile. Selon les estimations de la FAO stat (2022), les produits essentiels sont le lait et la viande (tableau 2.)

**Tableau 02:** Evolution des principaux produits camelins en Algérie (FAOstat, 2022)

Année	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020
<b>Lait entier frais de chamelle (tonnes)</b>	4500	5800	5800	5300	10000	13300	15080
<b>Viande cameline (tonnes)</b>	1950	2080	1350	2000	3900	4800	6780

Depuis 1961, la production laitière a connu des perturbations jusqu'au 1990, après cette période, une augmentation a été remarquée presque a doublée environ les années 2000, ensuite a continuée d'augmentée mais de façon ralentie les vingt dernières années. Concernant la viande la production a été presque stable depuis l'indépendance jusqu'à 1990 et depuis ces années a évoluée de façon remarquable.

## Chapitre01 : Nutrition des camélidés

### Objectifs

Ce chapitre a pour objectif de :

- Donner des informations de base en anatomie et en physiologie cameline.
- Etudier les particularités anatomiques et physiologiques des pré-estomacs
- Comprendre le comportement alimentaire

### Introduction

Les connaissances acquises dans cette unité permettent donc de bien saisir les concepts inhérents à l'alimentation, au développement et au comportement animal.

### A/Rappel sur l'anatomie et physiologie cameline

Outre les systèmes nerveux, cardiovasculaire et respiratoire on trouve également :

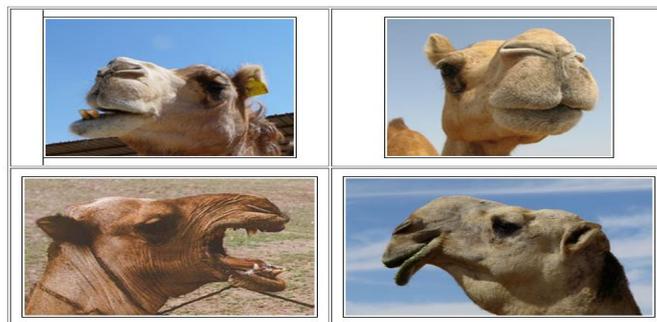
#### 1. Système digestif

##### 1.1. Bouche

La **cavité buccale** comprend les organes externes (lèvres) et internes (34 dents et langue) qui contribuent à la préhension et à la mastication des aliments. La bouche et les dents sont développées pour permettre l'ingestion de plantes désertiques. La muqueuse buccale interne est résistante pour permettre la consommation de branches et d'épines qui ne blessent pas la partie interne de la bouche. Ce dernier possède des lèvres très mobiles et une langue bien adaptée pour cueillir les petites feuilles des plantes désertiques. La lèvre supérieure contient des glandes labiales et est épaisse et divisée par un profond sillon (le philtrum) en deux parties mobiles et indépendantes (fondue). Ce sillon est en continuité avec l'aile latérale des narines.

Elle est poilue, extensible et très sensitive

La lèvre inférieure est plus pointue et est pendante surtout chez les vieux animaux. La muqueuse labiale (lèvre) est de couleur gris bleuté.



**Figure 04:** La cavité buccale (lèvres) (<http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie1-1.html>)

La langue est très allongée et très mobile, due à une masse musculaire riche en fibres. De longueur d'environ 40 cm. Elle est très innervée (Qayyum et al., 1991).

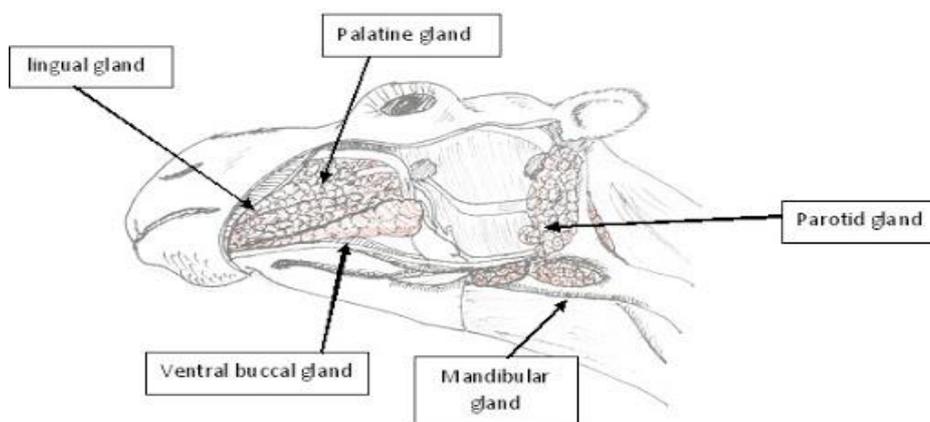


**Figure 05:** La langue du chameau (<http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie1-2.html>)

Concernant la dentition ; deux types de dents au cours de la vie du dromadaire : dents de lait (temporaires) au nombre de 22 et des dents permanentes de l'adulte (34). Elle comprends ; les incisives « I », les canines « C », les prémolaires « PM », les molaires « M »

- La formule dentaire des dents temporaires:  $I = 1/3$   $C = 1/1$   $PM = 3/2$
- La formule dentaire des permanentes :  $I = 1/3$   $C = 1/1$   $PM = 3/2$   $M = 3/3$
- La présence des canines bien développées est la particularité de cet animal par rapport aux autres ruminants. Chez les mâles sont plus larges que chez les femelles. Les mauvaises dents réduisent fortement la longévité du dromadaire (20 ans au lieu de 40).

Pour les glandes salivaires, elles ont le rôle d'humidifier et de faciliter l'ingestion de la nourriture, de maintenir l'hygiène de la région buccale et de réguler la digestion dans les pré-estomacs. Chez le dromadaire, la glande la plus importante est **la glande parotide** qui peut produire 12 à 21 l/j selon le type d'alimentation (Kay and Maloiy, 1989).



**Figure 06:** Les glandes salivaires chez le camelin (Faye) (<http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie2.html>)

## 1.2. Œsophage

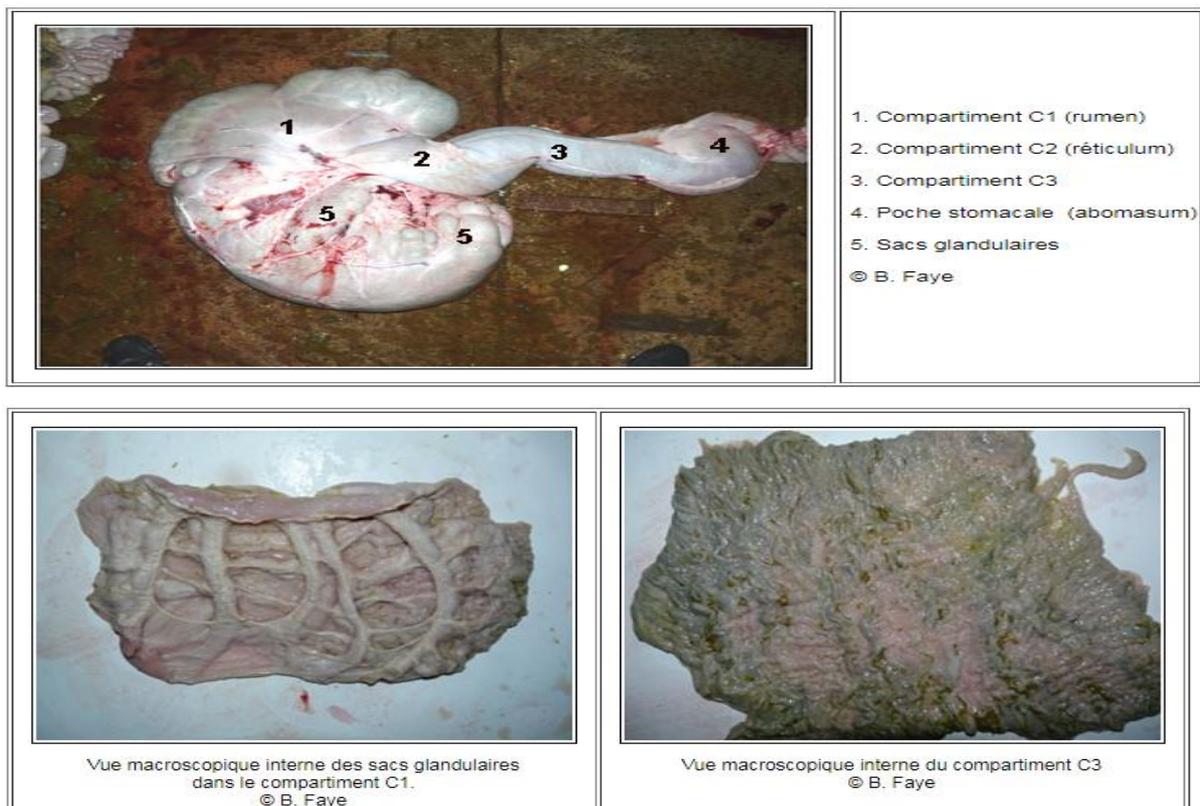
Un long tube musculueux de grande capacité qui amène le bol alimentaire mastiqué depuis le larynx jusqu'à l'estomac, chez cette espèce, il peut atteindre 2,15m de longueur. La muqueuse interne est tapissée de glandes qui sécrètent un mucus abondant pour faciliter le passage des fourrages en les lubrifiant (Nabipour et al., 2001).

## 1.3. Estomac

De longueur de plus d'1 m. Il comprend trois compartiments principaux pourvus des sacs aquifères: le sac du rumen (grande panse), le réticulum (réseau) et un troisième avec une forme intestinale comprenant le feuillet (omasum) et la caillette (abomasum), difficile à distinguer par leur aspect macroscopique. Donnant une anatomie digestive un peu différente de celle des autres ruminants. Par ailleurs, des différences sont observées aussi sur le plan fonctionnel avec l'estomac de vache. L'acide chlorhydrique (HCl) est produit uniquement dans la dernière poche (caillette) qui n'est pas clairement séparée extérieurement du feuillet. Comme chez tous les ruminants, le véritable estomac chimique est la caillette.

### 1.3.1. Particularités anatomiques et physiologiques des pré-estomacs

Les différences anatomiques des estomacs entre les camélidés et les ruminants ont probablement une influence importante sur les fonctions physiologiques et métaboliques de cet organe. Elles expliquent en partie les différences de nature entre populations microbiennes observées dans le rumen des camélidés et des ruminants classiques (Farid et al., 1984).



**Figure 07:** Différents compartiments de l'estomac (Faye)

### 1.3.1.1. Différents compartiments

Les estomacs de ruminant sont constitués de 4 compartiments distincts : rumen, réseau (ou réticulum), feuillet (ou omasum), caillette (ou abomasum). Compte tenu de la large ouverture du réseau sur le rumen, on associe souvent les deux compartiments en un seul appelé réticulo-rumen. Les trois autres organes sont nettement séparés. La conformation et les connections entre les réservoirs gastriques de camélidés sont si différentes de celles des ruminants que les opinions sur leurs limites anatomiques et leur rôle dans la digestion sont encore aujourd'hui fortement discutés. Pour éviter des confusions avec les estomacs du ruminant dont ils diffèrent sur beaucoup de points, il est tacitement admis d'appeler les quatre réservoirs gastriques des camélidés C1, C2, C3 et C4.

Le **compartiment C1** est un vaste réservoir réniforme, incurvé sur lui-même, dont la face supérieure porte la grande courbure et forme le sac caudal ; la face inférieure porte la petite courbure et forme le sac crânial qui reçoit les aliments ingérés par l'animal. Les deux courbures se rejoignent sur une base commune appelée « hile » qui intervient également dans la séparation des compartiments 1 et 2. On note sur la partie ventrale de C1 et de C2 l'existence de deux imposants culs-de-sac arrondis qui bordent le hile. Ces lobes appelés sacs glandulaires (ou sacs acquifères), se distinguent en un lobe antérieur ou gauche et un lobe postérieur ou droit.

Le lobe postérieur porte sur sa face inférieure deux groupes importants de sacs glandulaires distincts qui communiquent avec C2 par un étranglement prononcé.

#### Compartiment 2

Comme pour le réseau du ruminant, **C2** a un petit volume et il est étroitement associé à C1. **C3** a une forme tubulaire. Il communique avec C2 par un étroit sphincter et s'ouvre largement sur C4 dont le volume est faible.

L'intestin grêle et le gros intestin des camélidés et des ruminants sont anatomiquement proches. Contrairement au réticulo-rumen, l'épithélium interne de C1 et C2 ne comporte pas de papilles. L'épithélium de la partie dorsale de C1 et de C2 est constitué de cellules squameuses kératinisées, tandis que celui de la partie ventrale et de C3 est plutôt lisse et comporte des glandes tubulaires. L'observation au microscope optique de cette région montre qu'elle ressemble à la zone du cardia de la caillette des ruminants (**Luciano et al 1979**).

La partie proximale et la partie tubulaire médiane de C3 sont tapissées d'une muqueuse glandulaire et présentent de nombreux plis longitudinaux. La dilatation terminale qui correspond à C4 est tapissée d'une muqueuse plus épaisse que celle des deux premières parties et forme de gros plis comme la muqueuse de la caillette des ruminants. Elle renferme des glandes à mucus qui sont différentes de celle des parties antérieures, ainsi que de véritables glandes à pepsine (**Cauvet 1925**). C'est dans cette zone qu'est produit HCl.

### 1.3.1.2. Population microbienne des pré-estomacs

Il y a très peu de différence dans la population microbienne anaérobie des pré-estomacs de camélidés et des autres ruminants. Selon **Ghosal et al (1981)**, les espèces dominantes de bactéries sont les mêmes et leurs nombres diffèrent peu ( $10^{10}$  –  $10^{11}$  par ml). Une étude réalisée par **Morvan et al (1996)** montre que les lamas hébergent une population

plus abondante de bactéries acétogènes que les ruminants. Il n'y aurait pas de différence significative dans les dénombrements de bactéries méthanogènes, de bactéries sulfato-réductrices et de bactéries cellulolytiques. La concentration des bactéries viables totales serait inférieure chez les camélidés.

Les observations faites par **Kayouli et al (1991 et 1993)** indiquent que les concentrations de protozoaires sont plus faibles chez les dromadaires et les lamas (tableau 1) que chez les ruminants. On note également des différences sur la répartition des genres de protozoaires ciliés entre animaux. Les ciliés entodiniomorphes de grande taille sont uniquement du type B (selon la classification de **Eadie 1962**) chez les camélidés, alors que les types A ou B sont présents chez les ruminants. La présence d'*Isotrichidae* n'a jamais été observée chez les camélidés. Il n'y a pas de données publiées sur les effectifs des champignons anaérobies chez les camélidés. Selon **G. Fonty** leur concentration dans le compartiment C1 des camélidés serait supérieure à celle mesurée dans le rumen.

### **1.3.1.3. Comportement alimentaire**

En liaison avec les écarts de quantités ingérées, les durées des phases d'ingestion et de rumination sont plus faibles chez les lamas que chez les moutons (**Lemosquet et al 1996**). Avec un régime de foin de médiocre qualité, les lamas font moins de repas principaux mais ceux-ci sont plus longs, ce qui confirme leur moindre sensibilité à une régulation physique de l'ingestion. Les mêmes auteurs montrent que l'efficacité de la mastication, exprimée par la quantité de MS mâchée par minute de mastication, est supérieure de 40 à 60 % chez les lamas par rapport aux moutons. Enfin, **Lemosquet et al (1996)** ont observé que les lamas ruminent d'avantage la nuit que le jour.

A l'inverse des autres ruminants, relativement plus agressifs vis-à-vis du couvert végétal (piétinement, broutage, etc.), le dromadaire reste la seule espèce d'élevage capable de valoriser ces vastes surfaces désertiques fragiles (de valeur nutritive médiocre), tout en les préservant (**Chehma et Faye 2011**) grâce à sa physiologie digestive orientée vers la valorisation des faibles ressources nutritives (**Faye 2011**).

Le régime alimentaire est diversifié en été et au printemps est basé sur les plantes spontanées vivaces. De point de vue quantitatif, le suivi des prises alimentaires, a montré que le dromadaire pratique une alimentation ambulante, parcourant quotidiennement de 20 à 50 km et prélève de petites quantités de chaque plante, estimées en nombre de 1 à 4 coups de dents, donnant des quantités de 0,7 à 3,9 g pour chaque espèce. Les quantités de matière sèche journalières, ainsi ingérées, donnant une moyenne estimée de 2,7 à 3,4 kg MS/100 kg de PV/jour, suivant les saisons et la composition floristique du régime. (**Slimani et al 2013**).

### **1.3.1.4. Ingestion et digestibilité des aliments**

Les camélidés vivent dans des régions sèches où leur alimentation est constituée de fourrages relativement pauvres. La comparaison de leurs caractéristiques ingestives, digestives et métaboliques avec celles des ruminants met en évidence les particularités anatomiques, physiologiques et comportementales qui font leur adaptation aux conditions difficiles du milieu (**Jouany, 2000**)

### 1.3.1.5. Physiologie digestive des pré-estomacs

#### 1.3.1.5.1. Motricité des pré-estomacs

La motricité des pré-estomacs assure le mélange des phases liquide et solide des digesta et favorise la vidange des réservoirs digestifs. Les cycles d'activité motrice ont été décrits par **Malbert *et al* (1995)** pour le ruminant.

Chez les camélidés, on note la présence de deux séquences basiques de contraction appelées A et B (**Engelhardt *et al* 1992**). Les séquences A commencent par une contraction de C2 suivie d'une contraction de la partie caudale de C1 environ 4 secondes après. Les séquences B débutent par une contraction de la partie crâniale de C1 suivie de la contraction de C2 puis de celle de la partie caudale de C1. Les séquences B durent environ 9 secondes. Les digesta sont évacués à travers le canal situé entre C2 et C3 pendant la contraction de C2. Le canal se relâche pendant une période très courte qui précède chaque contraction de C3. L'éructation des gaz se produit lors de la contraction de la partie caudale de C1 au cours de la séquence B. On note alors une courte contraction de la partie dorsale de C1 immédiatement après celle de la partie caudale. L'ingestion et la rumination sont des phases pendant lesquelles les activités motrices sont fréquentes (100 contractions des types A et B par heure). La motricité peut s'arrêter pendant environ 20 minutes aux moments de repos des animaux. La pression exercée à l'intérieur des pré-estomacs de camélidés à la suite des différentes contractions est particulièrement forte. Elle conduit à des brassages des digesta qui dépassent en puissance ceux observés chez les ruminants.

Les sacs glandulaires sont de simples cavités destinées à la mise en réserve d'eau (**Colbert 1955 cité par Yagil 1982**). L'eau bue par un dromadaire assoiffé est retenue au moins 24 heures dans les pré-estomacs et la réhydratation de l'animal est progressive (**Hoppe *et al.* 1976**). Il est probable que les cellules aquifères jouent un rôle dans le piégeage de l'eau au niveau de C1. Les sacs glandulaires pourraient également être un lieu de production d'ions bicarbonates ayant un effet tampon complémentaire de celui de la salive (**Schmidt-Nielsen 1964**). La fonction principale de ces sacs serait d'absorber rapidement l'eau et les produits de la fermentation anaérobie (notamment acides et ammoniacque) (**Engelhardt et Rübsamen (1980)**). L'absorption des acides gras volatils sous forme non dissociée est vraisemblablement stimulée par la production des ions bicarbonates dans les sacs glandulaires, comme cela a été montré par **Luciano *et al* (1979)** dans le rumen.

#### 1.3.1.5.2. Taille et densité des particules alimentaires dans les pré-estomacs

Les études conduites chez les ruminants et les camélidés montrent que la taille et la densité des particules alimentaires varient selon leur localisation géographique dans le réticulo-rumen (**Lechner Doll 1991**). Les particules situées dans le sac dorsal du rumen ont une densité faible et sont plutôt de grande taille (supérieures à 1 cm). Celles présentes dans le sac ventral ont une densité élevée et sont de petite taille.

Le temps de séjour moyen des particules dans le réticulo-rumen est déterminé par les critères «taille» et «densité». La réduction de la taille des particules est due à la fois à la mastication ingestive et mérycique et à la dégradation microbienne. La densité des particules évolue au cours de leur séjour dans le rumen. Les fourrages ingérés par les ruminants ont une densité de l'ordre de 0,8 g/ml.

Elle augmente jusqu'à la valeur 1,1 en une heure et peut atteindre la valeur 1,3 en 76 à 100 heures (**Nocek et Kohn 1987**). La densité des particules dépend de nombreux facteurs : la structure des fourrages, les espaces internes emplis de gaz au moment de l'ingestion, les microorganismes adhérents, la taille et la forme des particules, le transfert de liquide vers les parties internes, les microbulles gazeuses produites à l'interface microbe-particule. Les particules les plus grosses et les plus légères sont sélectivement retenues plus longtemps dans le rumen. Elles doivent atteindre une densité égale à 1,2 g/ml et la taille du millimètre pour quitter le réticulorumen.

La vidange de C1 chez les camélidés obéit probablement aux mêmes lois, mais nous ne disposons pas de données bibliographiques permettant de les valider. Des différences peuvent toutefois exister entre espèces animales puisque **Lechner-Doll et al (1991)** ont montré que la taille critique de sortie des particules du rumen est de 3 mm chez les lamas, tandis qu'elle n'est que de 1 à 2 mm chez les moutons et les bovins.

#### **1.3.1.5.3. Temps de séjour des particules solides et de la phase liquide des digesta**

Le temps de séjour moyen (TSM) des particules solides est plus long chez les camélidés que chez les ruminants (**Kayouli et al 1993**). Utilisant des animaux de poids comparables recevant les mêmes régimes, **Lemosquet et al (1996)** ont montré que le TSM de la phase particulaire était de 44 heures chez le lama et de 27 heures chez le mouton. De tels écarts peuvent être dus à la faible activité de rumination des camélidés pendant la phase éclairée du jour, celle-ci n'étant pas totalement compensée par l'activité nocturne (1 heure de moins de rumination par jour chez les camélidés; **Lemosquet et al 1996**). Le temps de mastication et la comminution des particules solides qui en résultent sont donc plus faibles chez les camélidés, ce qui entraîne une augmentation de leur TSM dans C1. Par ailleurs, le plus grand nombre de contractions dans ce compartiment pourrait être à l'origine d'une plus grande efficacité de mélange des contenus aux dépens d'une moindre activité de propulsion des digesta hors de C1. Selon **Engelhardt et al (1986)**, une telle motricité favoriserait la séparation des phases solide et liquide des digesta, ce qui pourrait expliquer l'augmentation du flux de la phase liquide sortant de C1 et des composés solubles qui y sont associés mise en évidence par plusieurs auteurs. Selon **Kayouli et al (1993)**, le TSM de la phase liquide dans C1 est de 6 heures chez les dromadaires, et de 8 heures dans le rumen des moutons recevant des régimes identiques. **Lemosquet et al (1996)** ont montré au cours d'une comparaison directe que la phase liquide séjournait pendant 11 et 13 heures respectivement dans les pré-estomacs de lama et de mouton. L'augmentation de la vitesse de vidange des liquides et du TSM de la phase solide expliquent la plus grande teneur en matière sèche du contenu des pré-estomacs de camélidés par rapport aux ruminants (14,2 vs 12,6 % MS) observée par **Smacchia et al (1995)**. Le poids de contenu frais est supérieur dans les pré-estomacs des camélidés par rapport aux ruminants (**Kayouli et al 1993**). Il représente respectivement, en moyenne, 14,7 et 10,5 % du poids vif des dromadaires et des moutons recevant les mêmes régimes. Cela signifierait que le réservoir C1 pourrait se distendre davantage et stocker de plus grandes quantités d'aliments que le rumen.

### 1.3.1.6. Quantités ingérées et comportement alimentaire

#### 1.3.1.6.1. Ingestion de matière sèche

**Richard (1989)** a rassemblé les données sur les capacités d'ingestion des dromadaires placés dans leurs conditions naturelles d'élevage. Elles varient de 14 à 15 g MS/kg poids vif (PV) pour la paille et les fourrages pauvres, et de 23 à 24 g MS/kg PV pour les fourrages de bonne qualité. Les valeurs concernant la paille sont comparables à celles notées pour les bovins en zone tropicale ; elles sont légèrement supérieures à celles observées chez les bovins en Europe (12 g/kg MS).

Les expérimentations comparant directement camélidés et ruminants montrent que la capacité d'ingestion est inférieure chez le dromadaire (**Gihad et al 1989**). Ainsi, en moyenne sur trois régimes différents, l'ingestion a été de 12 g/kg PV pour le dromadaire, et de 25 g/kg PV pour le mouton (**Kayouli et al 1995**).

L'ingestion de fourrages secs supplémentés ou non avec du concentré, est plus faible chez les lamas (15,9 g MS/kg PV) que chez les moutons (18,4 g mg MS/kg PV). Ces données ont été obtenues à partir de 11 comparaisons réalisées par **Lemosquet et al (1996)**. L'analyse graphique de ces résultats montre que les lamas ingèrent d'autant moins de MS que le fourrage est de bonne qualité. Cela suggère que la régulation de l'ingestion chez les camélidés est autant métabolique que physique.

Les résultats de **Lemosquet et al (1996)** mettent en évidence une moindre ingestion de foin (écart de 6 à 7 g MS /kg PV 0,75) chez les lamas comparés aux moutons, et ceci indépendamment de la qualité du foin (tableau 2).

Il est intéressant de noter que les différences entre animaux disparaissent lorsqu'ils reçoivent le même foin supplémenté avec 25 % d'orge. Le taux de substitution du foin par l'orge dans le cas du régime mixte (diminution de la quantité de foin ingéré par kg d'orge consommé) a été beaucoup plus faible chez les lamas (0,47) que chez les moutons (0,62). Ce résultat montre que l'activité cellulolytique des microorganismes des pré-estomacs de lamas est moins perturbée par l'apport d'amidon très fermentescible. Ceci s'explique principalement par le plus grand pouvoir tampon du milieu fermentaire chez les lamas, et peut-être aussi par une valorisation de l'urée recyclée via la salive ou à travers la muqueuse de C1 qui favorise la croissance bactérienne cellulolytique.

#### 1.3.1.6.2. Consommation d'eau, production de salive et de substances tampon

Les dromadaires boivent moins et urinent moins que les ruminants. Selon **Gihad et al (1989)**, ils consomment seulement 55 à 65 % des quantités d'eau bues par les ruminants lorsque celles-ci sont rapportées au kg de MS ingérée. Ces résultats ont été confirmés par **Warmington et al (1989)** sur des animaux issus d'un croisement lama x guanaco. Dans nos conditions de climat tempéré, **Lemosquet et al (1996)** ont montré que les différences entre lamas et moutons disparaissent. Seule l'ingestion de foin de qualité médiocre s'accompagne d'une plus grande consommation d'eau par les lamas.

Les dromadaires sécrètent des quantités plus importantes de salive que les bovins et les ovins (**Kay et Maloiy 1989**). Selon **Engelhardt et al (1984)**, la composition chimique de la salive des camélidés est comparable à celle des ruminants. Contrairement aux ruminants, la muqueuse

des pré-estomacs de camélidés est capable de sécréter des ions bicarbonates et phosphates au niveau de C1, plus particulièrement dans les sacs glandulaires. Ces substances tampon contribuent efficacement à la stabilité du pH et à l'augmentation du turn over de la phase liquide des pré-estomacs, ce qui permet d'éliminer plus rapidement les glucides facilement fermentescibles et les produits de la fermentation. Ces phénomènes sont particulièrement favorables au maintien de l'activité des microorganismes lorsque les animaux reçoivent des régimes riches en énergie fermentescible (**Lemosquet *et al* 1996**). **Engelhardt et Höller (1982)** considèrent que la sécrétion d'ions bicarbonates améliore grandement la capacité d'absorption des acides gras volatils par la muqueuse des pré-estomacs. Cette capacité serait deux à trois fois plus intense chez les camélidés que chez les ruminants.

### 1.3.1.7. Conditions physico-chimiques et les fermentations dans les pré-estomacs

Selon **Jouany (2000)**, les conditions physico-chimiques « température des digesta, pH, concentration en N-NH<sub>3</sub>, pression osmotique, concentration et répartition des AGV » sont plus stables dans les compartiments de fermentation du tube digestif de camélidés par rapport aux ruminants.

### 1.4. Intestins grêle

De longueur d'environ 40 mètres et comprend 3 parties comme chez les autres ruminants : duodénum, jéjunum et iléon. L'intestin grêle reçoit les sécrétions pancréatiques et biliaires qui aident à la digestion. La plupart des processus digestifs complétant ceux survenant dans les estomacs, se déroulent à ce niveau, et la plupart des nutriments sont absorbés au travers des villosités intestinales (sorte de projections de la muqueuse intestinale en forme de doigt) vers le sang et le système lymphatique.



**Figure 08:** L'intestin grêle (<http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie5.html>)

### 1.5. Gros intestin

D'environ 20 mètres et comprend également 3 parties : colon, caecum et rectum. Le colon a une configuration particulière car il est hélicoïdal ce qui permet une réabsorption accrue de l'eau du contenu intestinal et le changement de ce contenu fluide en boulette fécale assez dure, très peu hydratée. Le caecum est un sac aveugle partant du début du colon. Le rectum est large et long et son contenu consiste en boulettes fécales prêtes à l'excrétion.

### 1.6. Glandes annexes

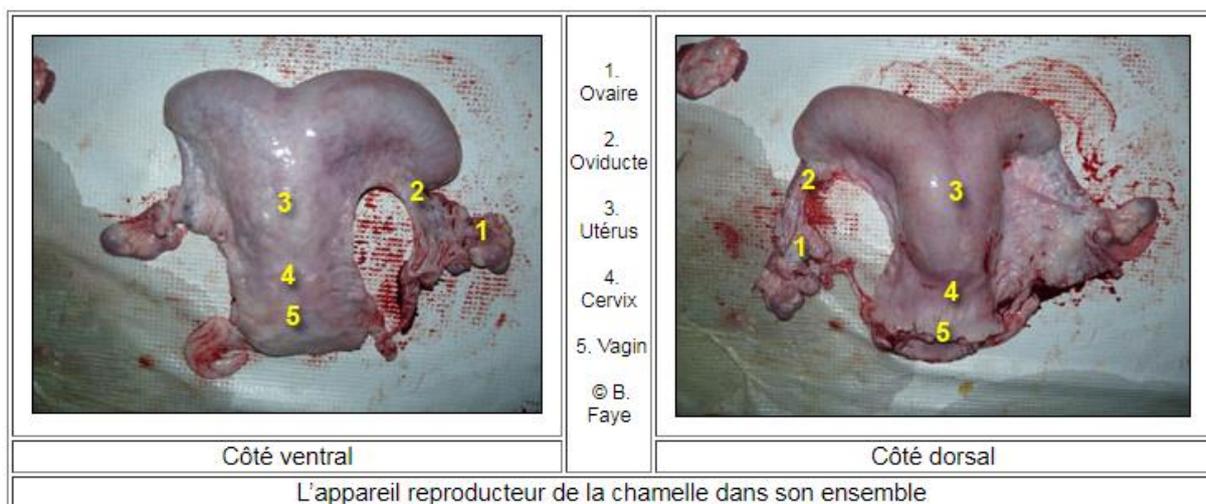
Comprennent les glandes salivaires (sur-citées), glandes gastriques, le pancréas, le foie, les glandes intestinales. Chez le dromadaire, il n'existe pas de vésicule biliaire.

## 2. Système et physiologie de la reproduction :

### 2.1. Femelle :

Le système reproducteur comprend un ensemble d'organes dont la finalité est la reproduction de l'espèce. Comme pour les autres mammifères, le tractus reproducteur (ou tractus génital) de la chamelle comprend :

- Les ovaires : mesurent 15 mm x 30 mm et pèsent 5 à 15 g, en anoestrus, ils sont aplatis et ne pèsent que 5 g chacun
- Les oviductes,
- L'utérus : est bicorne (bifide), asymétrique, en forme entre **T** et **Y**
- Le col de l'utérus ou cervix : comporte 3 ou 4 plis.
- Le vagin (30 à 40 cm de long)
- La vulve a 3 à 5 cm de profondeur
- Les glandes mammaires ne sont pas en connexion anatomique directe avec l'appareil reproducteur, mais contribuent à la synthèse du lait après la parturition.



**Figure 09:** Appareil reproducteur femelle (<http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie10-1.html>)

### 2.1.1. Puberté:

L'âge à la puberté peut être lorsque la femelle atteint  $\frac{3}{4}$  du poids adulte pour se reproduire "vers 2 ans". Et ce jusqu'à l'âge de 20 ou même 30.

### 2.1.2. Cycles sexuels

L'**activité sexuelle** a lieu toute l'année le plus souvent, mais avec des durées de chaleurs et de cycles folliculaires variables. La durée moyenne du cycle folliculaire est de **24 jours** en moyenne,

Les saisons sexuelles varient selon les régions, après les pluies, Elles sont souvent courtes et limitées, en Algérie peut être de Mi-décembre à avril.

Il existe 4 *phases folliculaires* en absence d'ovulation :

1. phase de follicule mûr, qui correspond aux chaleurs, avec acceptation du mâle,
2. phase folliculaire atretique, avec régression du gros follicule, en absence de monte,
3. phase non folliculaire,
4. phase de croissance folliculaire.

- La **durée du cycle** des femelles non gestantes est  $23,4 \pm 0,22$  jours (22 à 24 jours) en Inde,  $24 \pm 4$  jours
- L'**œstrus** dure en moyenne **4,6 jours**, chez la femelle, il y a agitation, écoulements vulvaires, baraquage, levée de la queue.
- La fécondation se fait mieux avec mise à la reproduction le 1<sup>er</sup> ou le 2<sup>e</sup> jour des chaleurs. Du 1<sup>er</sup> au 5<sup>eme</sup> jour,
- L'**ovulation**, provoquée (déclenchée) par la saillie, se produit 36 à 48 h après la saillie chez les femelles. Elle peut être induite en 36-46 h par une injection de LH, hCG ou LHRH, Elle est suivie par le développement d'un corps jaune.
- Les **corps jaunes** augmentent de taille jusqu'au 7<sup>e</sup> jour après l'ovulation ( $15 \pm 5$  mm) et restent palpables jusqu'à 13 à 21 jours après l'ovulation. Le taux de **progestérone** dans le sang est maximal  $8,5 \pm 1,3$  jours après la saillie ( $4,5 \pm 1,5$  ng/ml) puis devient inférieur à 1 ng/ml  $11,6 \pm 1$  jours après la saillie,

### 2.1.3. Gestation

- Elle dure 370- 390 ou 343-395 jours (**12-13 mois**)
- Le **taux de gestation** inférieur à 80 %
- Le diagnostic de gestation par **palpation rectale** peut être fait à partir de 6 à 8 semaines après la saillie : le gonflement de la corne gauche est palpable. La corne gauche assure la gestation dans 98,2 à 100 % des cas,

- Pendant la gestation, le **corps jaune** est bien développé. Au 60<sup>e</sup> jour de gestation son diamètre est de 16,5 mm le 25<sup>e</sup> jour, de 18,5 mm le 35<sup>e</sup> jour et de 22,5 mm, Sa couleur change : de rouge orangé (embryon de 3 mm), il devient brun orangé (foetus de 3 cm), puis rouge orangé foncé (foetus de 20 à 40 cm), puis il devient plus clair,

#### 2.1.4. Mise bas

- La mise bas dure le plus souvent 5 à 6 heures, moins la première fois. L'expulsion du placenta prend 30 min en moyenne,
- Dans les 15 minutes qui suivent, le nouveau-né se lève et tète sa mère,
- Les cas de jumeaux à la naissance sont absents ou exceptionnels

#### L'anoestrus post-partum

- Il dure souvent 4,5 à plus d'une année. Le 1<sup>er</sup> oestrus peut arriver à 14 – 25 jours,
- L'involution utérine est terminée  $40 \pm 2,1$  jours après la mise bas,

L'**intervalle entre Mises Bas** est souvent de 2 ans (Faye et al 2014), parfois de 15-18 mois, donc c'est un élevage à rotation lente, mais de vie productive assez longue au cours de laquelle il peut donner naissance de 7 à 13 chameaux.

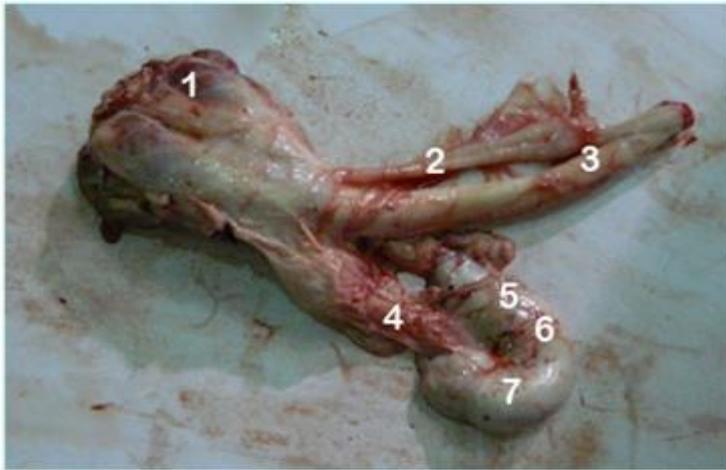
Le **taux de conception** est trop variable : 28,3 à 85 % chez le dromadaire et 51,4 % chez des chameaux de Bactriane,

#### 2.2.Male :

Le système reproducteur sur le plan anatomique comprend : le scrotum et les testicules, l'épididyme, le canal déférent (*ductus deferens*), l'ampoule (*ampulla*), la prostate, l'urètre et les glandes bulbo-urétrales et finalement le pénis.

Les **testicules**, présents dans les bourses dès la naissance, sont très petits jusqu'à l'âge de 3 ans, La taille maximale est atteinte à 10-15 ans, et décroît légèrement après 15 ans. En plus, leur taille subit des variations saisonnières : de 66 g en saison intermédiaire à 225 g en saison de reproduction. Les testicules sont placés en position oblique comme chez le chien.

Le **pénis**, pourvu d'un S pénien pré scrotal, est dirigé en arrière pour uriner et en avant à l'érection pour la copulation. L'extrémité antérieure est en forme de faucille. Le pénis se libère du prépuce à la puberté vers 3 ans, Sa taille moyenne est de 59,6 cm. Le sperme est déposé dans le col utérin pendant la saillie,



1. Muscle Bulbo-spongieux
2. Pénis rétractile
3. Pénis
4. Funicule spermatique
5. Canal déférent
6. Epididyme
7. Testicule recouvert de sa tunique albuginée

**Figure 10:** Appareil génital male (<http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie12-1.html> )

### 2.2.1. Puberté

La puberté est tardive: A partir de 3 ans «  $\frac{3}{4}$  du poids adulte », rarement à 2 ans . Les mâles sont souvent mis à la reproduction vers 5-6 ans quand ils ont leur pleine capacité de reproduction.

La spermatogenèse est continue, mais avec des variations saisonnières. La production maximale de spermatozoïdes se fait à l'âge de 6,5 à 7 ans.

Les spermatozoïdes des dromadaires sont plus petits que ceux des autres animaux domestiques, La tête est de forme quelque peu elliptique et légèrement effilée à la base. Les dimensions moyennes des spermatozoïdes pour la tête, la pièce médiane et la queue en  $\mu\text{m}$  étaient respectivement de 5,5, 6,9 et 35,6 ; la longueur totale des spermatozoïdes était de 48,0/ $\mu\text{m}$ , (Tingari et al., 1986).

La production moyenne journalière de spermatozoïdes est plus faible que celles d'autres animaux de ferme,

### 2.2.2. Comportement de monte

Au moment du rut, le comportement est radicalement différent. Le mâle devient agressif. Il grince des dents, remue la tête et la queue et urine souvent. Les glandes occipitales se développent et secrètent un liquide foncé. Le palais mou rempli d'air fait protrusion par la bouche. Le mâle s'asperge le dos d'urine et en envoie autour de lui avec des mouvements de la queue. Le mâle sent les organes génitaux de la femelle et peut même la mordre. Il l'oblige à s'asseoir en décubitus sternal avant de la couvrir. L'accouplement est long : **15 minutes**, en moyenne de 7 à 35 minutes,

### 2.2.3. Sex ratio

En saillie naturelle, il faut un mâle pour **30 femelles**, au maximum 50 femelles si les animaux sont très bien nourris et soignés. Dans certains élevages, les éleveurs utilisent un mâle pour 70 femelles

## Chapitre 02: Produits et leur valorisation

### Introduction

L'élevage camelin possède plusieurs atouts fondamentaux, bien que sa réputation soit improductive, de faible valeur et d'une activité en conflit avec la modernité. (Faye et al, 2014) Le dromadaire est l'animal le plus apte à produire dans un environnement caractérisé par des conditions de rigueur excessive et, peut contribuer de manière significative à l'économie du ménage grâce à sa multifonctionnalité (viande, lait, poil, travail) (Adamou et Faye, 2007).

### Objectifs

A l'issu de ce chapitre l'apprenant sera apte à :

- Définir les divers produits camelins
- Résumer les qualités de chaque produit

### Gamme de produits

#### 1/Production de lait

Les qualités diététiques, nutritionnelles (Konuspayeva et al., 2021), même « thérapeutiques » (Agrawal et al, 2011; Hesham et al, 2012) du lait de chamelle notamment contre le diabète sucré, le cancer, l'allergie alimentaire, certaines infections virales, bactériennes et infestations parasitaires (Mammeri et al., 2018) sont désormais des arguments commerciaux permettant de vendre, parfois très cher, ce produit sur les marchés locaux le dromadaire est désormais voué à la production régulière de lait; le développement de la traite mécanique en est un excellent exemple.

Grande variation dans les constituants du lait de chamelle est attribuée à certains facteurs tels que la race, la saison et l'état physiologique. On évalue de 6 à 9 litres la production journalière d'une chamelle (2 à 6 L élevage extensif, 12 à 20L en élevage intensif). Au cours des derniers mois d'allaitement « tarissement », elle peut donner 2 à 3 litres.

La durée de lactation entre 8 et 18 mois (le pic à 2 - 3 mois après le chamellage), la femelle produit environ 2500 L /an. Le potentiel laitier des chammelles est estimé à une moyenne de 2000 litres/lactation/chamelle (Faye, 2004)

**Tableau 04:** Composition du lait de chamelle

Espèce	Eau	MG	Caseine	Proteine serrique	Lactose	Cendre
Chamelle	86,5	4,0	2,7	0,9	5,0	0,8
Vache	87,3	3,9	2,6	0,6	4,6	0,7

Le lait de chamelle est particulièrement riche en glucides, en protéines, en lipides, en minéraux et en vitamines (notamment le vit. C) (Addou et al., 2021) et la B3

- Sa composition en éléments minéraux paraît plus riche que le lait de vache surtout en Ca et Potassium.

-Il possède des qualités diététiques et médicinales (El Agamy et al., 2009): hypo-allergène (Shabo et al., 2005), riche en acides gras insaturés (Konuspayeva et al., 2008), antidiabétiques (Agrawal et al., 2003) et anti-infectieuses (El-Agamy et al., 1992).

- Il est plus riche en leucine et isoleucine, thréonine et proline que le lait de vache. Mais il contient moins de glycine et tryptophane que chez la vache ou la chèvre.

### **1.1. Produits laitiers**

La majorité du lait de chamelle est consommé cru par les populations pastorales et le seul moyen traditionnel de conservation est la fermentation. Diverses variantes existent sous diverses dénominations au Maghreb. Le lait fermenté peut être dilué dans l'eau. Les procédés peuvent varier mais le principe est le même. Sous l'effet des bactéries lactiques, le lactose se transforme en acide lactique, le lait s'acidifie, ce qui permet sa conservation plusieurs jours, voire semaines et limite les risques sanitaires.

La pasteurisation du lait de chamelle est relativement récente, mais demeure le seul moyen de conserver le lait liquide car la stérilisation (lait UHT) n'est pas possible dans l'état actuel des connaissances avec ce lait, celui-ci se dénaturant rapidement à haute température.

La transformation en yaourts a été proposée avec un certain succès par différentes laiteries en Algérie avec des ajouts de fruits (particulièrement les dattes) bien qu'il soit relativement difficile d'obtenir des produits fermes.

La transformation fromagère a été initiée dans les années 80 par la FAO (Ramet, 2001), mais a connu un récent développement grâce à la mise sur le marché d'une enzyme coagulante spécifique du lait de dromadaire commercialisée par la compagnie Hansen (chy-Max-M ©). Cette transformation reste cependant limitée à des essais de laboratoire en Afrique du Nord à l'exception de la Mauritanie, et plus récemment au Maroc.

La transformation beurrière est peu développée. Le lait de chamelle étant pauvre en acide butyrique, son rendement est faible et le goût en général peu apprécié des consommateurs.

## **2/ Viande**

La viande représente la spéculation principale parmi les productions camelines (Benyoucef et al., 2006).

Le poids adulte oscille entre 350 et 700 kg selon le type et le sexe des animaux. Le rendement carcasse, qui varie en fonction du type et de l'âge des animaux abattus, se situe dans une fourchette allant de 45 à 55% avec une moyenne de 50%. Dans les mêmes conditions d'élevage,

on considère que le rendement carcasse des dromadaires est supérieur de 1,5 à 2,5% à celui des bovins. En conséquence, le poids des carcasses varie entre 150 et 300 kg.

La proportion de muscle dans la carcasse de chameau est comparable à celle des bovins, En revanche le rapport muscle/os est plus faible que chez les bovins du fait de la taille du squelette de l'animal. Pour 100 kg de carcasse, les muscles comptent pour 57 kg, les os 25,5 kg et le gras 16,9 kg.

La faible proportion en matière grasse est remarquable et représente une caractéristique essentielle de la viande de dromadaire.

La viande cameline se caractérise par;

- La couleur est « rouge framboise » parfois brune (animaux plus âgés) avec un léger goût sucré (richesse en glycogène).
- Le gras est de couleur très blanche. Bien évidemment, la viande est moins tendre par rapport à la viande bovine et la palatabilité diminue avec l'âge.
- La teneur en eau (70 à 77%).
- Source de protéines: 20 - 23% (Oulad Belkhir et al., 2013)
- La teneur en matières grasses varie entre 1,4% - 10.5% (relativement pauvre en cholestérol (Sadoud et al, 2019)). Les acides gras (AG) mono-insaturés représentent un tiers du total des AG de la viande et sont dominés par l'acide oléique (C18:1) et l'acide palmitoléique (C16:1). Les AG polyinsaturés sont également en relative abondance (18,6%), en particulier l'acide linoléique (C18:2) et l'acide arachidonique (C20:4). Le rapport polyinsaturés/saturés apparaît dès lors favorable (0,36) comparé à celui relevé dans la viande de bœuf (0,22) ou de mouton (0,26) (Sinclair et al, 1982). Le rapport linoléique/linoléique est en particulier beaucoup plus élevé dans la viande de chameau (10,9) que chez les autres espèces de rente : 2,0 dans la viande de bœuf, 2,4 dans celle du mouton et 2,8 chez la chèvre.
- Les minéraux : 1,1 et 1,5% de la viande. Le calcium (6,5mg/100g) apparaît plus élevée que dans la viande de bœuf.

**Tableau 05;** Composition de la viande cameline

Espèces	Eau (%)	Protéines (%)	Lipides (%)	Sels minéraux (%)
Dromadaire	71	21,4	4,4	1,1
Agneau	68,9	21	8,5	1,2
Chèvre	76,5	20,8	1,6	0,87
Poulet	75,5	22,4	1,5	0,6

- La teneur en vitamines: 0,12 mg/100g pour la thiamine (B1), 0,18 pour la riboflavine (B2), 0,25 pour la pyridoxine (B6) et 0,61 pour l' $\alpha$ -tocopherol (vitamine E).

### **3/Laine**

Sous-produit de l'élevage camelin, elle est bien plus intégrée au marché mondial que les autres produits des camélidés (Faye et al., 2011)

En Afrique du Nord, il existe des races plus " lainières " qui permettent de récolter jusqu'à 3 kg de toison chez le chamelon ([http://camelides.cirad.fr/fr/curieux/laine\\_cham.html](http://camelides.cirad.fr/fr/curieux/laine_cham.html) ). La laine de dromadaire ressemble au cachemire. C'est une fibre relativement fine (de 9 à 40 $\mu$  de diamètre) moins bien filable que la laine de mouton car beaucoup plus lisse. La toison des épaules est plus fine et plus longue que celle des autres parties du corps. Le nombre de fibres est d'environ 3300/cm<sup>2</sup> de peau chez la femelle et 3500 chez le mâle, mais il existe une forte variabilité individuelle liée, entre autres, à la qualité de l'alimentation et à l'état sanitaire de l'animal. Le parasitisme cutané joue un rôle important dans la perte de qualité (en particulier la gale sarcoptique). La densité est plus élevée chez le chamelon, mais la production globale de laine tend à augmenter avec l'âge et elle est plus élevée chez le mâle (fibres plus denses et plus longues).

### **4/Cuir**

La peau ; coproduit qui représente 8% du poids de l'animal vivant, le poids de celui d'un dromadaire adulte atteint 45Kg.

Elle peut être exploitée et hautement valorisée au regard de sa dureté et sa texture épaisse et de bonne qualité. Elle peut être utilisée soit salée et séchée, soit tannée avec des écorces de chêne ou de grenade.

Elle procure à la fois un cuir souple et solide servant pour la confection des sacs de haute qualité, de récipients pour le puisage de l'eau, des couvertures, des semelles ou pour revêtir les selles,...

La structure de la peau du dromadaire lui permet de résister à des températures extrêmes. Elle a 10 fois plus de fibres par centimètre carré que celle de la vache – ce qui donne un cuir follement résistant, et follement chic. En outre, la structure translucide des peaux de dromadaires les rend utiles pour la fabrication d'objets tels que des abat-jour, tambours et des conteneurs.

#### **-Gélatine:**

Dans le cadre de la valorisation de ce déchet d'abattage produit en grandes quantités, des études récentes ont été faites sur l'extraction de la gélatine à partir de la peau.

La gélatine, est un matériau indispensable en agroalimentaire, pharmacie, parapharmacie et cosmétique et même en photographie pour réaliser des films ultrasensibles ou du papier photo brillant. Elle est utilisée comme épaississant, stabilisant ou agent texturant. Donne une

consistance crémeuse dans des produits comme les confiseries, les crèmes glacées, les confitures, les yaourts, la margarine et les gâteaux.

Grâce à ses multiples propriétés, cette protéine pure présente de nombreuses vertus et occupe une place importante dans diverses industries, en tant que produit polyvalent utilisé dans divers secteurs d'activité, s'intégrant dans une large gamme de produits.

## **6/Travail :**

En plus de ses capacités à produire du lait et de la viande, le dromadaire sert également, et même avant tout, de moyen de transport (selle et /ou bât) ou d'animal de trait. .

- **Dromadaire de selle**

Il peut parcourir 50 à 200 km/j. A une vitesse moyenne de 10-12 km/h. Le dressage pour la selle commence à 3 ans mais il n'est réellement utilisé qu'après l'âge de 6 ans.

- **Dromadaire de bât**

La rusticité et l'adaptation du dromadaire au milieu, associées à sa productivité mixte et à son utilisation dans l'agriculture et le transport, sont très appréciées par les éleveurs (Faye et Bengoumi, 2000). Longtemps utilisé comme animal de bât, indispensable au développement des échanges marchands entre les territoires oasiens (Faye et al., 2017)

Il peut porter des charges de 150 à 200 kg. Et parcourir ainsi des distances de 24 km. Par jour à une vitesse de 4 km/h. L'animal de bât ne peut porter une pleine charge qu'à partir de 6 - 8 ans et sa vie de porteur serait de 12 ans.

- **Dromadaire de trait**

Certains estiment sa puissance selon son mode d'utilisation. A côté de la culture attelée, la force du dromadaire est aussi utilisée pour l'extraction de l'eau et autres tractions.

**Le dromadaire également est un animal de bât.** Il peut porter des charges de 150 à 200 Kg et parcourir ainsi des distances de 24 Km par jour à une vitesse de 4 Km/h. Il ne peut porter une pleine charge qu'à partir de 6 - 8 ans et sa vie de porteur serait de 12 ans Il est aussi de trait car très puissant. A côté de la culture attelée, la force du dromadaire est aussi utilisée pour l'extraction de l'eau et autres tractions Un dromadaire de selle (Méharis) (de course): Il peut parcourir 50 à 200 Km/j. à une vitesse moyenne de 10-12 K m/h. Le dressage pour la selle commence à 3 ans mais il n'est réellement utilisé qu'après l'âge de 6 ans.

Les méharis peuvent atteindre en course la vitesse maximum de 65 km/h pendant une courte durée et maintenir une vitesse de 40 km/h pendant une heure

## Chapitre 03 : Pathologie

### Introduction

Les animaux s'opposent à certaines maladies et problèmes, dont certaines sont contagieuses, et celles qui ont un traitement et d'autres n'ont pas, les maladies abordées dans cette partie sont celles les plus courantes auxquelles les animaux sont exposés, leurs causes, leurs symptômes, diagnostic et comment les traiter et les prévenir.

### Objectifs

- Identifier les maladies qui peuvent toucher l'espèce cameline
- Expliquer les facteurs responsables des maladies
- Appliquer les mesures de prévention pour lutter contre certaines pathologies
- Décider le traitement spécifique à chaque problème sanitaire

### A/Maladies des dromadaires

Les pathologies camelines sont de différents types selon l'agent pathogène :

- Les parasitoses internes et externes "gales... ",
- Les maladies infectieuses "bactériennes : brucellose, tuberculose,..., virales : rage, ecthyma contagieuse..."

### 1.Gale

#### Cause

Est une parasitose externe (dermatose). C'est une affection largement répandue qui était, selon Curasson (1947) et la plus commune chez cet animal.

Elle est provoquée par un acarien appartenant à la famille des Sarcoptidés, *Sarcoptes scabiei* var. *cameli* décrit par Sergent et Lhéritier (1919). Un parasite quasi-exclusif du genre Camelus. L'homme peut être un hôte occasionnel. Sa durée du cycle est de 4 à 5 semaines. Les femelles fécondées creusent des galeries dans l'épiderme, entraînant une inflammation et un prurit intense.

#### Transmission

**Directe** par : les contacts entre animaux « densité », la larve, la nymphe ou l'adulte pouvant migrer d'un dromadaire infesté à un hôte sain.

**Indirectement**, la contamination se fait par tous les objets ayant été en contact avec un animal malade (harnachement, matériel de campement, etc.) et par le sol. La résistance du parasite dans le milieu extérieur serait de deux semaines au maximum.

Les autres causes favorables à l'infestation sont ; le mauvais état général et l'âge également car les jeunes et les vieux dromadaires seraient plus sensibles, ainsi que la saison "affection plus aiguë en saison froide et lors des pluies ".

### **Symptômes et lésions**

L'infection commence par les régions à peau fine : la tête "rapidement atteinte car utilisée pour gratter ou mordre les régions infestées", la base du cou, la mamelle, le fourreau, le flanc.

L'incubation est de 2 à 3 semaines (**Lodha, 1966**). La phase d'invasion est marquée par un érythème et de nombreuses petites vésicules et s'accompagne d'un prurit intense.

Environ deux semaines après le début des symptômes, les régions cutanées atteintes présentent des plaques dépilées, rougeâtres, humides. Les lésions peuvent se généraliser en 20 à 30 jours.

Par la suite, la peau devient sèche, dure, et des plis se forment dans la région de l'encolure, au niveau des articulations et sur les cuisses. Le prurit est moins accentué. C'est le stade hyperkératosique de la gale.

Au cours de l'évolution, les démangeaisons sollicitent beaucoup l'animal qui se nourrit moins, ce qui entraîne souvent un amaigrissement. Les plaies de décubitus sont favorisées, ainsi que des affections secondaires, infections pyogènes notamment.

Les lésions spécifiques siègent uniquement au niveau du tégument ; on observe une hyperkératose et des foyers de kératose folliculaire.

### **Traitement et prophylaxie**

Le traitement de la gale est fort ancien. Dans les siècles précédents, les éleveurs utilisaient des goudrons préparés à partir d'arbres et d'arbustes **Curasson (1947)**. Aujourd'hui, la gale peut être traitée avec efficacité au moyen d'acaricides.

Le plus utilisé actuellement est le lindane, isomère gamma du HCH. Cet organochloré antiparasitaire est utilisé à une concentration de 0,5 pour 1 000 (**Lodha, 1966**). **Higgins (1984)**, préconise une solution à 0,2 pour 1 000. Le traitement peut être appliqué avec une brosse ou par pulvérisation, la brosse alors n'étant utilisée que pour les parties les plus lésées ou les plus difficiles à atteindre. Le traitement doit en effet être fait avec beaucoup d'attention sur toutes les régions du corps car il faut atteindre les parasites à l'intérieur des galeries qu'ils ont creusées dans l'épiderme. Le traitement doit être renouvelé 8 à 15 jours après la première pulvérisation.

Il est nécessaire de traiter avec l'acaricide les objets ayant été en contact avec les animaux malades, en particulier le matériel de bât et les selles. L'idéal serait d'éloigner les dromadaires d'un lieu infecté durant deux semaines, temps nécessaire à l'élimination naturelle des parasites.



**Figure 11:** Quelques symptômes de la gale

## **2. Trypanosomose**

La trypanosomose des camélidés est due à *Trypanosoma evansi*. Ce parasite est également responsable de la trypanosomose équine et bovine.

### **Symptômes**

- Inappétence, Amaigrissement
- Pâleur de la muqueuse de l'œil, Larmes
- Baisse de la production du lait
- Abattement
- Ganglions enflés
- Avortements possibles
- Possibilité de la mort en quelques mois

### **Transmission**

La transmission mécanique est assurée par diverses espèces d'insectes piqueurs "mouches" hématophages, principalement les tabanidés.

### **Traitement**

En cas de diagnostic sur (laboratoire), faire une injection de Cymelarsan dans mes muscles du cou.

En cas de diagnostic douteux, traiter contre les vers digestifs. Si, au bout de quelques jours, le dromadaire ne va pas mieux, injecter du Cymelarsan dans les muscles du cou.

### **3.Brucellose**

Maladie bactérienne infectieuse causée par le genre *Brucella abortus* et *Brucella melitensis*. Des coccobacilles anaérobiques à Gram - non mobiles et non sporulés. Le genre *Brucella* est divisé en dix espèces classifiées et subdivisé en biovars. Elles se développent lentement, mais peuvent être améliorées en utilisant des milieux enrichis.

L'infection humaine se produit principalement par la consommation de lait de chamelles non chauffé.

Zoonose mondiale reconnue comme une cause majeure de lourdes pertes économiques pour l'industrie de l'élevage et qui pose un grave danger pour la santé humaine.

La brucellose est facilement transmissible à l'homme, provoquant une maladie fébrile aiguë - fièvre ondulante - qui peut évoluer vers une forme plus chronique et peut également entraîner de graves complications affectant le système musculo-squelettique, cardiovasculaire et nerveux central. L'infection est souvent due à une exposition professionnelle et est essentiellement acquise par les voies orale, respiratoire ou conjonctivale. Des précautions doivent être prises pour prévenir l'infection humaine

#### **Symptômes**

- L'avortement,
- Les lésions articulaires.
- Orchite
- Perte de productivité importante en raison de la faible fertilité du troupeau
- La production de lait est relativement faible.

#### **Diagnostic**

*Brucella* spp peut être identifiée par isolement en utilisant un milieu sélectif ou un milieu simple de sécrétions utérines, de fœtus avortés, de sang, de sécrétions de pis ou de tissus sélectionnés, tels que les ganglions lymphatiques et les organes reproducteurs mâles et femelles.

Méthodes sérologiques : Les tests sérologiques sont la fixation de suppléments (CF), le test Rose-Bengale (RBT), le test d'agglutination sérique (SAT) et le dosage immuno-enzymatique (c-ELISA).

#### **Traitement**

- Aucun traitement pratique n'est disponible.
- Les juments ont été vaccinées avec succès à l'aide des *B. abortus* S19 et B.

#### **4. Variole**

C'est une maladie de la peau, qui touche surtout les jeunes animaux, contagieuse, transmissible à l'homme.

Elle se **caractérise** par :

- des verrues ou vésicules évoluant en croûtes
- Se localise sur les lèvres et le menton. parfois l'extension sur tout le corps et la mort
- Inappétence
- Amaigrissement
- Grattage,

Pour **prévenir**, il est recommandé de séparer les sujets malades pour éviter le contagion dans le troupeau.

Vaccination possible avec Ducapox (consultation du vétérinaire)

#### **Traitement**

Traitement local : Appliquer chaque jour sur les lésions un coton imprégné de Bétadine dermique 10%

Traitement général ; En cas de lésions graves, injecter dans les muscles du cou TMLA ou Oxycline PE, renouveler tous les 3 jours jusqu'à guérison.

## **II.ELEVAGE APICOLE**

Cette partie du cours permet de familiariser les étudiants avec avec les outils et les pratiques nécessaires pour la maîtrise de l'élevage des abeilles pour en extraire le miel et d'autres produits. A l'issu duquel l'étudiant sera capable de:

- Connaître la classification et la morphologie externe et interne des abeilles
- Décrire la structure de la colonie,
- Identifier les conditions d'installation d'un rucher
- Choisir le matériel d'élevage, d'extraction et de conditionnement adapté à chaque opération
- Déterminer les ressources nutritionnelles utilisées par l'abeille mellifère
- Comprendre le mécanisme de la reproduction et ces caractéristiques
- Mettre en pratique les différentes techniques d'élevage de cette espèce
- Appliquer les méthodes de récolte et de conditionnement du miel
- Gérer les différents problèmes rencontrés lors de l'élevage à travers la présentation des pathologies les plus répandues

### **Introduction**

L'apiculture ou l'élevage des abeilles, est une activité économique à faible impact environnemental. Exigeant de faibles investissements, elle peut procurer des revenus substantiels et renforcer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations rurales, mais actuellement les produits de l'abeille dans beaucoup de régions restent un trésor au potentiel sous-exploité.

## A . Généralités sur la morphologie d'abeille

### 1. Morphologie

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments. On distingue facilement trois parties, caractéristiques de la classe des insectes, composant le corps de l'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen

#### 1.1.Tête

En quelque sorte c'est le centre nerveux et sensitif de l'abeille. Elle contient les organes des sens (2 antennes, 3 ocelles, 2 yeux composés) et les pièces buccales (Gould et al. (1993), Winston (1993)). La tête renferme un cerveau très développé, dû au haut niveau de socialisation de l'abeille. Ainsi que des glandes impliquées dans la production de la nourriture pour les larves (hypo pharyngiennes, labiales et mandibulaires).

- **Les yeux : d'après Biri (1989)** sont de deux sortes: simples ou composés

- **Yeux simples**

Sont au nombre de trois et se répartissent en triangle sur le front, entre les longs poils du sommet de la tête; ils semblent avoir pour fonction de voir les objets très rapprochés ou placés dans des endroits assez mal éclairés, voire complètement obscurs; ils sont très sensibles à la lumière et subissent certaines modifications suivant l'intensité lumineuse. Il ne semble pas que les yeux simples soient autonomes: ils reçoivent force et impulsion des yeux composés. Si l'on recouvre en effet les yeux composés, on s'aperçoit que les yeux simples ne sont pas capables de manifester la moindre réaction aux variations de la lumière.

- **Yeux composés**

Sont au nombre de deux; de grande taille, ils sont situés sur les côtés de la tête. Ils sont recouverts de nombreux poils et composés de facettes. Chaque œil est l'union de plusieurs milliers de ces éléments lenticulaires de forme hexagonale, il en résulte une image entière bien que, à l'origine, l'image soit perçue sous forme de mosaïque. L'ouvrière, la reine et le faux bourdon ne possèdent pas le même nombre de ces lentilles hexagonales, appelées *ommatidies*, cette différence étant due à leur fonction spécifique: le mâle possède deux fois plus d'ommatidies que l'ouvrière; on a pensé que ce phénomène était peut-être dû au fait que le mâle doit chercher, au moment opportun, la reine égarée dans l'espace pendant le vol nuptial. A ce propos, certains auteurs affirment que les mâles, pour rechercher la reine, se laissent également guider par leur odorat qui est particulièrement développé. Chez le mâle, les yeux composés se rejoignent presque au sommet de la tête. Les ouvrières possèdent plus d'ommatidies que la reine car, ayant à assumer une fonction spécifique, elles doivent posséder de meilleurs organes visuels pour pouvoir s'orienter et se déplacer. Chez la reine, le nombre des ommatidies est beaucoup plus restreint car elle ne sort de la ruche que rarement, la première fois à l'occasion de son vol nuptial et parfois, une ou deux fois (ce qui n'est pas toujours le cas), pour essaimer; elle passe le restant de sa vie à l'intérieur du nid où elle dépose ses œufs, vieillit et devient, au bout d'un certain temps, stérile. Puis elle meurt.

Grâce à ses yeux, l'abeille peut distinguer les couleurs ; grâce à son odorat, elle subit l'attraction des fleurs, qu'elles soient proches ou éloignées et qu'elle choisit en fonction de leur qualité. En fait, l'abeille ne butine, au cours de chacune de ses missions, que des fleurs de la même espèce, compte tenu de la qualité de leur nectar et de leur pollen, ou de leur attrait: les chercheurs, à vrai dire, ne sont pas unanimes sur cette capacité de discernement des couleurs: certains admettent que les abeilles sont capables de distinguer le jaune, le vert, le bleu, l'ultraviolet; d'autres, qu'elles confondent le rouge vif avec le bleu ou l'ultraviolet, le blanc avec le bleu verdâtre; et ainsi de suite pour les autres couleurs.

#### - Antennes

Ont une forme cylindrique et sont insérées sur le front dans deux petites cavités appelées *torules* ; les articulations des antennes sont au nombre de 12 chez l'ouvrière et la reine, de 13 chez le faux bourdon. La première de ces articulations est insérée dans la fossette frontale; les autres, plus courtes que la première, ont à peu près la même longueur et constituent le *flagelle*, recouvert de poils. Le flagelle est extrêmement mobile et porte les organes olfactifs et tactiles (on a ainsi dénombré jusqu'à 20 000 minuscules organes sensoriels dans les antennes des abeilles) et permet en outre aux abeilles de communiquer entre elles. En effet, une abeille, privée de ses antennes, perd toute capacité d'action, et finit par dépérir.

#### -Appareil buccal

L'appareil buccal se trouve à la partie inférieure de la tête; il est constitué par la lèvre supérieure, les mandibules et la lèvre inférieure; l'ensemble constitue l'appareil buccal lécheur-suceur.

- **La lèvre supérieure** impaire, de forme carrée, pourvue à sa partie inférieure de terminaisons sensorielles, est très réduite.

- **Les deux mandibules**, très réduites, sont soudées en une seule pièce; les mâchoires, au contraire, sont exceptionnellement allongées au niveau des lobes externes (galéas) et possèdent de petits palpes; sur la lèvre inférieure, les palpes labiaux et les lobes inférieurs internes (glosses) sont allongés.

La réunion des deux lobes internes de la lèvre inférieure constitue la *langue*. L'abeille, en rapprochant ces différentes pièces autour de la langue, possède ainsi une sorte de long suçoir qui lui permet de lécher et de sucer.

- **Les mâchoires** servent à diverses fins: pour saisir des morceaux et des déchets de toutes sortes qui se seraient accumulés dans le nid et risqueraient de le salir; pour travailler la cire (ce travail est facilité par la sécrétion d'une substance qui a le pouvoir de ramollir la cire); pour saisir ses adversaires; pour se défendre; pour mastiquer; pour ouvrir les opercules des cellules des abeilles qui sont sur le point de voir le jour. Les mâchoires sont donc utilisées comme de véritables instruments préhensiles, à l'instar des mains pour l'homme. Toutefois, de même que les mains ne sont ni coupantes ni aiguisées, les organes préhensiles de l'abeille ne peuvent pas perforer les fruits car leur peau est trop résistante ou trop dure. C'est le contraire qui se produit chez les guêpes car leur appareil buccal est coupant, donc capable d'endommager les fruits.

- **La langue** est un ensemble d'appendices parmi lesquels on distingue les palpes labiaux, les palpes maxillaires les galéas et les paraglosses. Cette langue peut s'allonger en prenant la forme d'une gouttière se terminant par une sorte de cuilleron qui lui permet de lécher. Lorsque l'abeille

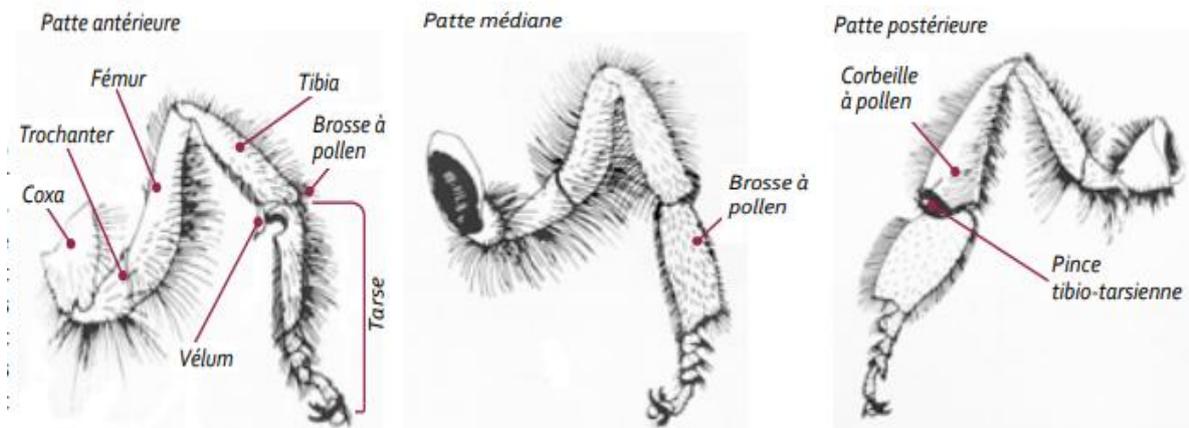
veut sucer le nectar de la fleur, elle introduit dans le calice sa langue, lèche et aspire alternativement; pendant ce temps, cet organe est lubrifié par la salive qui dilue le liquide à sucer, en particulier si l'aliment est dense et visqueux. Plus la langue est longue, plus le nectar des fleurs à long calice peut être absorbé; la langue de l'abeille italienne, par exemple, est plus longue que celle de l'abeille allemande, la première ayant une longueur moyenne de neuf millimètres, la seconde de sept millimètres. La langue du mâle est moins développée que celle de l'ouvrière, celle de la reine est nettement plus courte. Les individus destinés à la reproduction sont donc incapables d'absorber le nectar des fleurs, alors qu'ils peuvent sucer le miel (notamment les faux bourdons) dès qu'il a été récolté; mais en général ils sont nourris par les ouvrières .

## 1.2.Thorax

Partie constituée de trois segments soudés : le pro-, méso- et métathorax. Les éléments locomoteurs de l'abeille (3 paires de pattes et 2 paires d'ailes membraneuses) sont portés par le thorax (**Mackowiak, 2009**). Il contient de puissants muscles alaires.

Les ailes de la reine sont plus courtes que celles des ouvrières. La paire de pattes antérieure permet de nettoyer les antennes, la médiane et la postérieure sont adaptées à la récolte du pollen chez l'ouvrière (**Mackowiak, 2009**). **Gould et al. (1993)** ont montré que la première paire permet de l'extraire grâce à des pointes, alors que la seconde sert à la fois à broser celui piégé dans le duvet de la butineuse, à le compresser et à le stocker dans des corbeilles à pollen, constituées de longs poils qui vont contenir la charge.

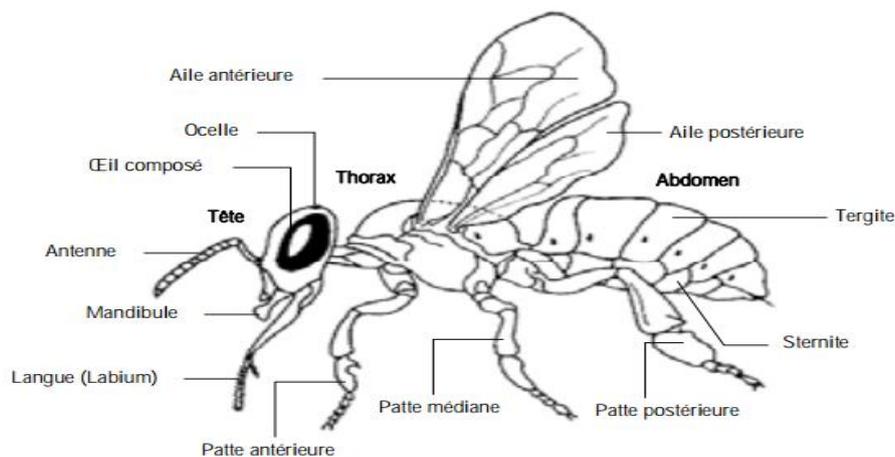
**Les pattes de la troisième paire** possèdent, sur la face externe du tibia, une cavité appelée *corbeille*; les bords du tibia sont en revanche recouverts de longs poils. La première articulation du tarse est large, grande et échancrée sur sa face externe; sa face interne est recouverte de plusieurs rangées de petits poils qui constituent la *brosse*. Grâce à cette brosse, l'abeille peut retirer la couche de pollen qui se trouve sur son corps et, en se croisant les pattes, déposer le pollen récolté par la brosse dans la corbeille du tibia gauche et réciproquement. De cette manière, petit à petit, le pollen accumulé dans les corbeilles forme une pelote diversement colorée que l'abeille déposera dans les compartiments réservés à l'emmagasinage du pollen. Le bord distal échancré du tibia et le bord proximal également échancré du tarse constituent la *pince* qui sert à l'abeille pour comprimer les grains de pollen et préparer la pelote. Les pattes de la reine et des faux bourdons ne possèdent ni pince, ni corbeille et ni brosse; chez la reine, le tarse de la troisième paire de pattes est d'une couleur dorée beaucoup plus soutenue



**Figure 12:** Les pattes de l'ouvrière

### 1.3. Abdomen

Comportant 7 segments (Aymé, 2014) reliés entre eux par une membrane inter-segmentaire. De volume variable grâce à un système musculaire permettant l'extension ou le repli de cette membrane. Il porte 7 paires de stigmates, petits orifices permettant la respiration. Chez l'ouvrière, il comprend les plaques des glandes cirières et la glande de Nasanov qui émet des phéromones. L'abdomen contient également une grande partie du système respiratoire trachéen, le système digestif et reproducteur, l'organe venimeux pour les reines et les ouvrières et des glandes productrices de phéromones.



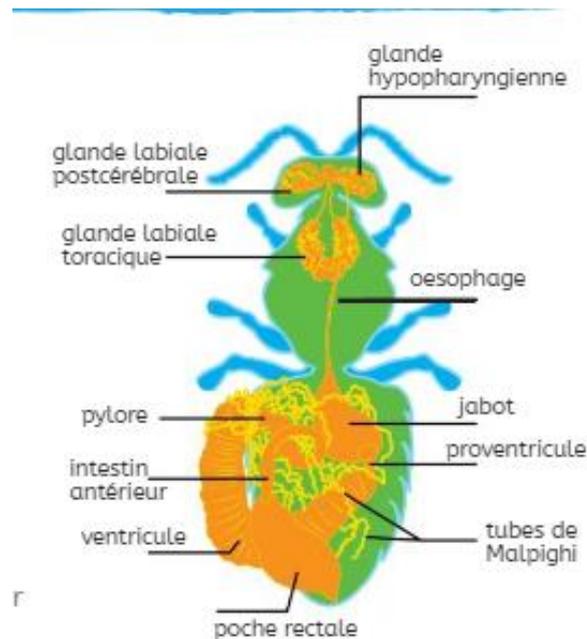
**Figure 13:** Anatomie générale d'une abeille ouvrière (*Apis mellifera* L.) (Blackistone, 2009)

## 2. Systèmes physiologiques

### 2.1. Système digestif

Par lequel l'abeille utilise les deux éléments nutritifs qu'elle ingère, le miel « aliment énergétique », et le pollen « protéinique et azoté ». Chez l'abeille adulte ce système prend naissance dans la bouche et se prolonge en hypo pharynx puis en pharynx. Vient ensuite l'œsophage qui conduit chez l'ouvrière au jabot qui permet de

stocker puis régurgiter le nectar et l'eau qu'elle récolte. Placée dans l'abdomen, cette sorte de poche extensible d'une capacité de 40 microlitres peut occuper la grande partie de l'abdomen. Le jabot est séparé du ventricule par une valve, le pro ventricule, qui permet à l'ouvrière d'éviter aux liquides récoltés dans le jabot de passer dans le ventricule. Les substances nutritives peuvent passer dans le ventricule où elles sont digérées et absorbées. Le ventricule est séparé de l'intestin antérieur par le pylore dont la base porte les tubes de Malpighi qui filtrent les déchets du métabolisme azoté de l'hémolymphe vers l'intestin, l'équivalent de nos reins. Les déchets solides de la digestion transitent dans l'intestin et s'accumulent dans l'ampoule rectale très extensible avant d'être excrétés à l'extérieur de la ruche lors d'un vol de 'propreté'.



**Figure 14 : Système digestif des abeilles**

(<https://view.genial.ly/5ca1c00c180fb94e823d7d10/presentation-systemes-physio>)

### 2.1.1. Les glandes annexes du système digestif

Ces glandes sont situées dans la tête de l'abeille.

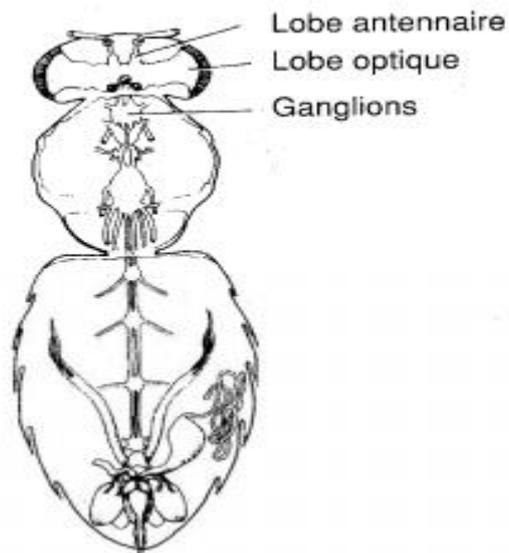
Les glandes **salivaires** comportent les glandes labiales de la tête qui produisent une substance huileuse composée d'hydrocarbures et les glandes labiales du thorax qui secrètent une salive capable de dissoudre les sucres. Elles possèdent un canal excréteur commun qui débouche à la base de la langue.

La glande **hypo pharyngienne** de la jeune ouvrière est très importante car elle produit une grande partie de la gelée royale synthétisée à partir du pain de pollen ingéré. La gelée royale est donnée comme nourriture aux larves par les ouvrières nourrices. Chez l'ouvrière âgée, cette glande produit des enzymes impliquées dans le métabolisme des sucres pour l'élaboration du miel.

Les glandes **mandibulaires**, situées juste derrière les mandibules, secrètent des phéromones ainsi que certains constituants de la gelée royale et de la cire

## 2.2.Système nerveux

Ce système comprend le système nerveux central, avec le cerveau et la chaîne nerveuse ventrale, et le système nerveux stomatogastrique lié au fonctionnement des organes internes. Le système nerveux, le cerveau en particulier a des capacités de mémorisation et d'apprentissage exceptionnelles. Pour les ouvrières, l'activité de butinage requiert des capacités développées de ce système afin de pouvoir l'interprétation des signaux des récepteurs sensoriels, et la communication avec ces congénères (Zhang et al., 1995).



**Figure 15:** Système nerveux (Winston, 1993)

Le cerveau comprend trois parties :

- La partie la plus développée en haut du cerveau, le **protocérébron**, siège de l'intégration des signaux nerveux, est connectée directement aux organes de la vision par les nerfs optiques et les nerfs ocellaires et aux nerfs de l'olfaction issus des glomérules des lobes antennaires. Il contient deux corps pédonculés en forme de champignons dont l'extrémité se termine en sorte de calices.
- En bas du cerveau se situe le **deutocérébron** avec les deux lobes antennaires et leurs glomérules, relais entre les nerfs provenant de chaque antenne et le protocérébron.
- Le nerf labial et les nerfs paracardiaques contrôlent les organes endocrines et forment le **tritocérébron**.

## 2.3.Système musculaire

Le corps de l'abeille est constitué d'une cuticule de chitine dure formant un exosquelette partagé en trois parties, la tête, le thorax et l'abdomen. Les muscles sont accrochés à l'intérieur de l'exosquelette et agissent directement sur les articulations ou par déformation de l'exosquelette. Le thorax renferme de puissants muscles assurant le vol et la marche. Les ailes sont mues par des muscles verticaux et longitudinaux se contractent tour à tour et déforment le thorax verticalement puis horizontalement de telle sorte d'orienter les ailes vers le haut ou vers le bas et de générer ainsi des battements d'ailes à la fréquence de 400 battements par seconde.

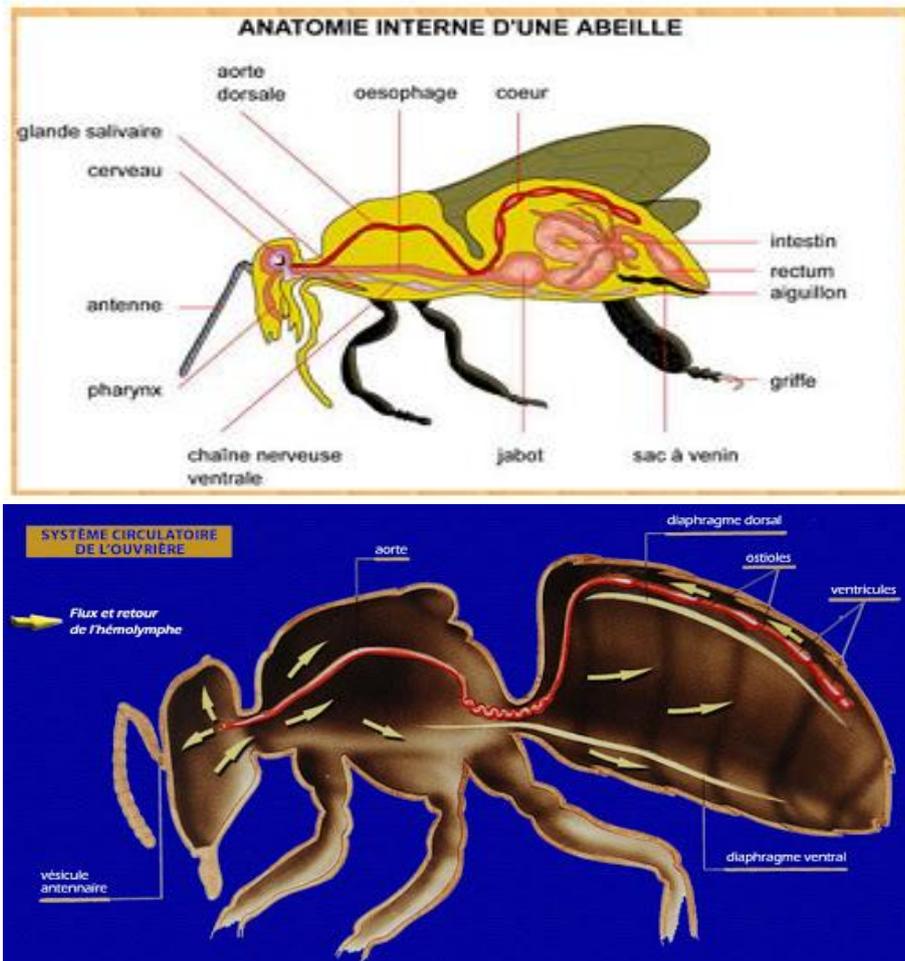


**Figure 16:** Le système musculaire ( [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/fgQuQHNaellOSIDf7YBIja8PKRfBIwqNJ1s-wOWy70PDSshr7NwJO0r4x0Wg0JgV9To-9qaGMNcjQera8H9Rq\\_pkUAiODOTX1XsZeBsZEdMzCXVKfXPrl-5Gi3f9JE1rS-Z9iwhvt4oGSrhc\\_](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/fgQuQHNaellOSIDf7YBIja8PKRfBIwqNJ1s-wOWy70PDSshr7NwJO0r4x0Wg0JgV9To-9qaGMNcjQera8H9Rq_pkUAiODOTX1XsZeBsZEdMzCXVKfXPrl-5Gi3f9JE1rS-Z9iwhvt4oGSrhc_) )

#### **2.4.Système circulatoire**

Assurant la circulation de l'hémolymphe (transparent) dans tout le corps, l'hémolymphe est l'équivalent de la lymphe et du sang des mammifères, il contient plus de 85% d'eau, de nombreux constituants minéraux et organiques, des protéines « acides aminés » et des enzymes.

Le système circulatoire transporte les éléments nutritifs, les produits des dégradations cellulaires et les différentes hormones. Il est formé d'un cœur rudimentaire situé dorsalement et composé de cinq ventricules contractiles. C'est un système ouvert formé d'un vaisseau allant de l'extrémité de l'abdomen à la tête. Du côté abdominal, ce cœur vestigial se prolonge en aorte qui débouche dans la tête. Des valvules appelées ostioles, situées entre les ventricules, permettent à l'hémolymphe d'être aspirée puis redirigée vers l'aorte. L'hémolymphe est projetée par le cœur dans l'aorte vers le thorax et la tête. Les muscles abdominaux attachés à un diaphragme ventral et dorsal permettent un mouvement de contraction et d'extension de l'abdomen pour faciliter la circulation et le retour de l'hémolymphe vers les ventricules abdominaux (**Mackowiak, 2009**).



**Figure 17:** Système circulatoire de l'abeille (Adam, 2010)

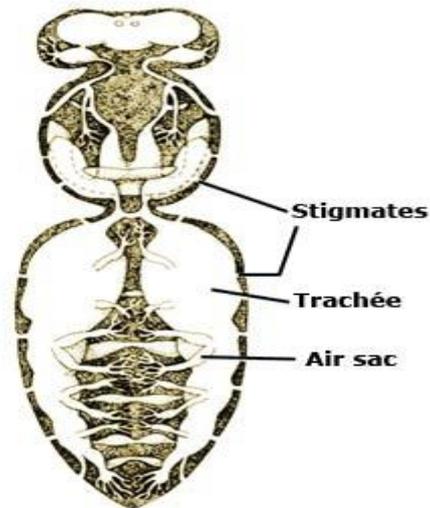
## 2.5. Système respiratoire

Comme chez les animaux supérieurs, le système respiratoire de l'abeille assure les échanges gazeux jusqu'aux cellules, en apportant l'oxygène et en expulsant le gaz carbonique de l'organisme. L'appareil respiratoire est constitué d'un réseau de sacs aériens et de trachées qui sont l'équivalent de nos poumons et qui apportent l'air directement aux cellules des tissus.

Le système respiratoire prend et rejette l'air par des orifices appelés stigmates situés sur le côté de chaque segment thoracique et abdominal (Adam, 2010).

Les stigmates comprennent une valve et un système musculaire permettant la fermeture d'une chambre munie de poils filtrant l'air. Cette chambre est reliée aux trachées qui forment un réseau tubulaire rigide et souple qui aboutit aux sacs aériens et aux trachéoles. Celles-ci se ramifient de plus en plus finement pour assurer les échanges gazeux jusqu'au niveau cellulaire.

Le volume de l'abdomen peut varier grâce à un système musculaire permettant l'extension ou le repli de la membrane reliant les tergites et les sternites ainsi que les différents segments abdominaux. L'air circule dans ce système grâce à l'ouverture ou la fermeture des stigmates et aux mouvements de dilatation et de contraction de l'abdomen qui fonctionne comme une pompe à air.



**Figure 18:** Système respiratoire de l'abeille (Winston, 1993)

(<https://view.genial.ly/5ca1c00c180fb94e823d7d10/presentation-systemes-physio>)

## **B. Organisation de l'élevage et structure d'encadrement**

### **a. Structure**

Une colonie se compose d'une reine, de quelques centaines de mâles (appelés faux-bourdon) et surtout de nombreuses ouvrières (Warré, 1948). Leur nombre peut varier de quelques milliers à près de cent mille individus dans une bonne ruche en pleine saison.

#### ✓ **Ouvrières**

Elles constituent la grande majorité des habitants de la ruche. Leur durée de vie dépend de l'activité fournie. On distingue les ouvrières d'hiver qui vivent environ 4-5 mois, de l'automne au début du printemps, des ouvrières d'été, qui ne vivent que 45 jours. La taille de l'ouvrière est plus petite que celle de la reine et du faux bourdon, la longueur du corps est de 12-14mm, le poids est de 70-170 mg.

A l'exception de la ponte (ce sont des femelles stériles, à appareil reproducteur atrophié), elles se chargent de tous les travaux de la ruche. La division du travail est basée sur l'âge. Au cours de leur vie, les ouvrières remplissent successivement plusieurs fonctions, même s'il y a une certaine flexibilité des tâches.

La nettoyeuse (J1-J3): Les jeunes abeilles se consacrent quasi exclusivement au nettoyage

La nourrice (J3-J9) : Pendant cette période, les jeunes abeilles peuvent nourrir le couvain grâce à leurs glandes nourricières.

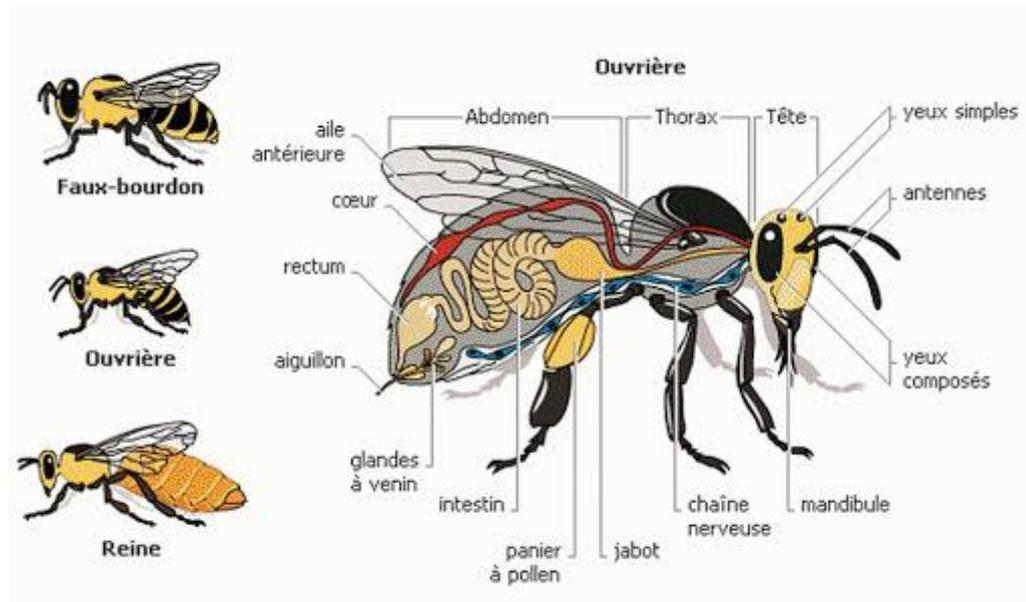
La magasinnière (J9-J12) : Lorsque les butineuses reviennent à la ruche chargées de nectar ou de pollen, elles transfèrent par trophallaxie le précieux butin.

La cirière (J12-J18) : Les abeilles se coordonnent entre elles pour assurer la construction des cellules, lesquelles sont inclinées de 13° pour permettre le stockage du miel au fond des cellules. L'architecte et la maçonne. Il s'agit pour les abeilles de construire les rayons de cire et les alvéoles de la ruche.

La ventileuse. La ruche conserve une température située entre 32° et 36°. Lorsque la température est élevée, elles vont chercher de l'eau à l'extérieur, Si la température est insuffisante, les ouvrières font vibrer leurs muscles thoraciques pour produire de la chaleur.

La gardienne (J15-J25) : La défense de la ruche est assurée par des ouvrières spécialisées. Elles se postent à l'entrée de la ruche. Leur rôle est de vérifier que les abeilles qui entrent dans la ruche appartiennent bien à leur colonie.

La butineuse (J22 – mort) : C'est la dernière phase de vie d'une ouvrière. Il s'agit d'aller rechercher avant de mourir le nectar, le pollen, l'eau et la propolis qui vont permettre à la colonie de survivre ( Louveaux, 1958)



**Figure 19:** L'ouvrière (<http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/aLaUne/epigenetique/epigenetique-de-labeille/Castes%20abeilles.jpg/image> )

### ✓ Reine

Elle est unique dans la colonie et est issue d'un œuf fécondé, dont la larve qui en naît reçoit une nourriture particulière (la gelée royale). C'est uniquement cette alimentation différente qui détermine qu'un œuf femelle donnera une reine ou une simple ouvrière. Quelques jours après sa naissance, la reine sort de la ruche pour se rendre vers une zone de rassemblement de mâles où elle se fait féconder en vol par plusieurs d'entre eux (Boomsma et Rantnieks (1996), Crozier et Pamilo (1996)). Dès lors, elle ne sortira plus de la ruche, sauf pour essaimer. Peu après (3-5 jours), elle commence à pondre et sera bientôt la mère de tous les individus de la colonie. Le volume de la ponte varie en fonction de la saison et atteint environ 2000 -3000 œufs / jour en début d'été. La reine peut vivre jusqu'à 5 ans mais les apiculteurs ne les conservent guère plus de 2 ans car l'âge entraîne une diminution de la ponte qui a des conséquences directes sur la force de la colonie et sur la quantité de miel produit. La reine cesse de pondre quand il y a une baisse de température, sécheresse, disette, ou manque de place.

Donc elle a deux fonctions: Pondre et réguler les activités de la colonie grâce à ses phéromones. Elle peut, en pleine période, pondre jusqu'à 2000 œufs par jour. On la reconnaît grâce à son thorax très développé, long abdomen qui dépasse les ailes (semblent courtes). La longueur du corps est de 20-25mm, le poids est de 150-280mg.

### ✓ Faux bourdons

Sont le résultat d'œufs non-fécondés et leur seul rôle est la fécondation des reines. Ils sont dépourvus de dard «ne pique pas » et leur sort est peu enviable. En effet, ils ont peu de chance de trouver une reine pour s'accoupler et s'ils y parviennent, c'est une opération "suicide" dont ils meurent instantanément. Sinon, devenus bouches inutiles, ils sont supprimés par les ouvrières en fin de saison (Dechaume- Moncharmont, 2003). (Il commence à naître au printemps et meurt en automne, Il n'y a donc pas de mâles dans la ruche en hiver). Il est plus gros (20-25mm de longueur et 200-280mg de poids) mais en plus petit nombre que les ouvrières (de l'ordre de 3000 à 4000)



**Figure 20:** Les trois catégories d'abeilles

(<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmesabeilles.fr%2Fles-abeilles%2Fla-vie-des-abeilles-une-societe-tres-structu-ree&psig=AOvVaw3IQMVzDbw5HPDrBCiIQ15j&ust=1590099854734000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCICLmuC9w-kCFQAAAAAdAAAAABAK>)

### b.Communication

Un nombre important d'informations est communiqué en permanence au sein de la colonie (Karl Von Frisch, 2021) par:

- différentes phéromones (agressivité, présence de la reine, rappel...);
- des sons (absence de reine);
- la trophallaxie;
- la danse des abeilles (orientation).

La reine est une grande émettrice de phéromones, qui provoquent une réaction spécifique chez les autres individus. La reine en dépose derrière elle à chaque passage, ainsi que sur les ouvrières avec lesquelles elle rentre en contact

### ✓ Trophallaxie

Est un échange de nourriture qui a lieu entre toutes les castes de la colonie. Elle se produit dans diverses situations, souvent liées au retour des butineuses (Dechaume- Moncharmont, 2003), mais aussi dans le cas de différents stress (manipulation de la colonie notamment). Des messages sont véhiculés par cette pratique, comme la présence et la bonne santé de la reine, dont les phéromones inhibent les ovaires des ouvrières et empêchent la construction de cellules royales qui accueilleraient une nouvelle reine de substitution.

Lien vidéo trophallaxie <https://www.youtube.com/watch?v=oOEu0A1vmVQ>

### ✓ Phéromones d'alarme

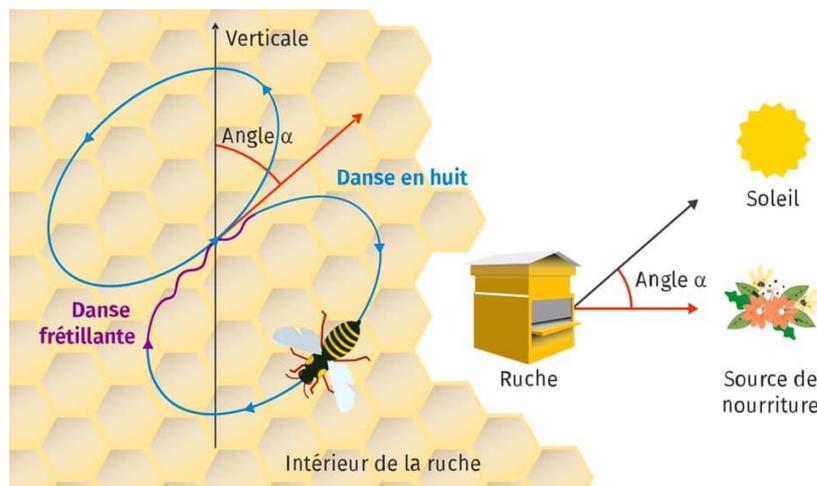
Sont émises par les ouvrières gardiennes à l'approche d'un danger ou par n'importe quelle ouvrière qui se sent agressée ou qui pique (Breed *et al.*, 2004). Ces phéromones indiquent la victime à piquer. C'est pourquoi une piqûre entraîne souvent d'autres.

### ✓ Danse des abeilles

Lors de ce phénomène ; des ouvrières expérimentées, les éclaireuses, explorent les environs, et reviennent en délivrant leur message par une danse mêlant vibrations et déplacements en forme de 8. Cela se passe dans l'obscurité, à la verticale sur les rayons de cire, et pourtant, le message sera limpide interprété par les congénères, qui partiront à la distance et dans la direction indiquée par rapport à l'axe du soleil.

Cette danse intervient dans la quête de ressources alimentaires (Pascal, 2009), grâce à deux types de danses : la danse en rond et frétilante (en huit) (Medori et Colin, 1982). Mais aussi pour identifier un nouvel endroit à coloniser dans le cadre de l'essaimage.

Lorsque la source de nourriture est éloignée de plus de cinquante à cent mètres, la ronde est remplacée par la danse frétilante qui fournit un message beaucoup plus précis (Medori et Colin, 1982).



**Figure 21:** La danse des abeilles

### **c.Colonie des abeilles**

Le nid dans lequel se déroule la vie organisée des abeilles est constitué par les rayons de cire.

La production sécrétion de la cire est conditionnée par l'élevage du couvain, la puissance de la colonie et ses besoins, l'état physiologique de la colonie le nombre d'abeilles jeunes (qui secrètent la cire et bâtissent les rayons, l'espace disponible dans la ruche.

Il existe plusieurs catégories de cellules qui se différencient par leurs destinations, forme et leurs dimensions.

#### **✓ Cellules des ouvrières**

Représentent la plupart des cellules du nid, et elles sont destinées à l'élevage du couvain ou à l'emmagasinement du miel et du pollen.

Elles ont une forme hexagonale de 5.38-5.42mm de diamètre, un centimètre carré (1cm<sup>2</sup>) de surface de cire comprend 4 cellules d'ouvrières de 12mm de profondeur pour le couvain. Pour les cellules d'emmagasinement elles sont profondes (16mm).

L'épaisseur d'un rayon avec des cellules d'ouvrière est de 25mm. La construction d'une cellule d'ouvrière nécessite 13mg de cire (50 écailles).

La forme géométrique et la régularité presque parfaite des cellules de rayons d'abeille ont toujours attiré l'attention des observateurs et des naturalistes. L'admiration suscitée par ces constructions merveilleuses a fait prêter aux insectes, non seulement un instinct, mais une véritable intelligence ; les angles que devaient présenter les fonds de cellule pour réaliser le maximum de capacité avec le minimum de cire employée

[https://www.persee.fr/doc/linly\\_0366-1326\\_1942\\_num\\_11\\_4\\_9652](https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1942_num_11_4_9652)

#### **✓ Cellules des males**

Sont moins nombreuses que les précédentes, mais plus grandes, et possèdent un opercule bombé, elles peuvent contenir du couvain de males et/ou du miel. Le male a besoin d'une cellule plus grande que celle des ouvrières pour pouvoir se développer (Dechaume- Moncharmont, 2003).

Elles ont la forme hexagonale, de diamètre 6.25-7mm, la profondeur de la cellule est de 13-16mm, dans une surface d'1 cm carré de cire on y trouve trois cellules de males.

Pour la construction d'une cellule de males ; les abeilles emploient 30mg de cire (120 écailles).

### ✓ Cellules royales

Elles sont au nombre de quelques dizaines, Elles sont toujours tronconiques, de 8 mm de grand diamètre et 5 mm de petit diamètre, pendantes, l'ouverture dirigée vers le bas, et font saillie hors des rayons ou aux bords de ceux-ci (Vuillaume, 1957). Il ya deux catégories de cellules royales ; des cellules d'emmagasinage et de sauvetés.

Les cellules d'emmagasinage, apparaissent lorsque la colonie se prépare à essaimer bâtissent sur les parties latérales et inférieures des rayons. Celles de sauveté apparaissent en cas d'un orphelinage d'une colonie.

Ces deux types sont bâtés à la base des cellules d'ouvrières (où se trouvent des œufs fécondés qu'elles modifient).

Après l'élevage des reines, les cellules royales sont détruites par les ouvrières.

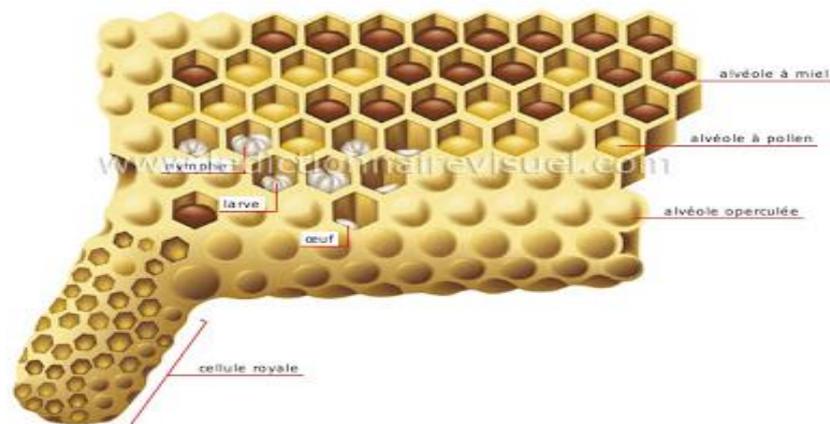
### ✓ Autres types de cellules

Les cellules de fixation des rayons sur les cadres.

Les cellules transitoires ; de forme irrégulière, se trouvent entre les cellules d'ouvrières et celles des males

### Remarque :

Les cires gaufrees sont employés dans les ruches modernes, de dimensions de 435\*300mm contenant un nombre de cellules d'ouvrières allant de 8000-9000 cellules.



**Figure 22:** Les types d'alvéoles

### d.Reproduction et alimentation

L'alimentation et la reproduction sont indispensables pour assurer la survie de tous les êtres vivants y compris les abeilles et par conséquent la production des biens pour l'être humain. Après avoir appris à connaître les castes des abeilles et les catégories des alvéoles au sein des cadres, il est important de savoir aussi les types de nourriture des abeilles, et qui assure la fonction de reproduction dans la colonie

## 1.Reproduction

La reine est la seule femelle de la colonie capable d'être fécondée et d'assurer la reproduction des abeilles (**Gilles, 2010**). Elle peut pondre des œufs fécondés qui donnent naissance à des ouvrières (ou reines dans certains cas), mais également donne naissance à des œufs non fécondés (des males) (c'est la voie parthénogénétique).

La capacité des oviductes de la reine à contenir du sperme est de 2.105mg et la capacité de sperme chez les males est de 0.431 mg, d'où la nécessité d'accouplement de la reine à plusieurs males (hétérospermie) (**Ameisen , 2019**) pour remplir la spermathèque après 12-18h, par suite de contractions de l'abdomen, le sperme passe des oviductes à la spermathèque. Au delà de 5ans cette dernière se vide et la reine devient bourdonneuse.

Afin que la reine soit fécondée, elle doit voir dépassée 6-10j après éclosion, par contre le male n'est fécond que 8-14j après éclosion.

L'accouplement se fait à l'extérieur de la ruche au cours d'un vol nuptial, une fois seulement pendant la vie de la reine.

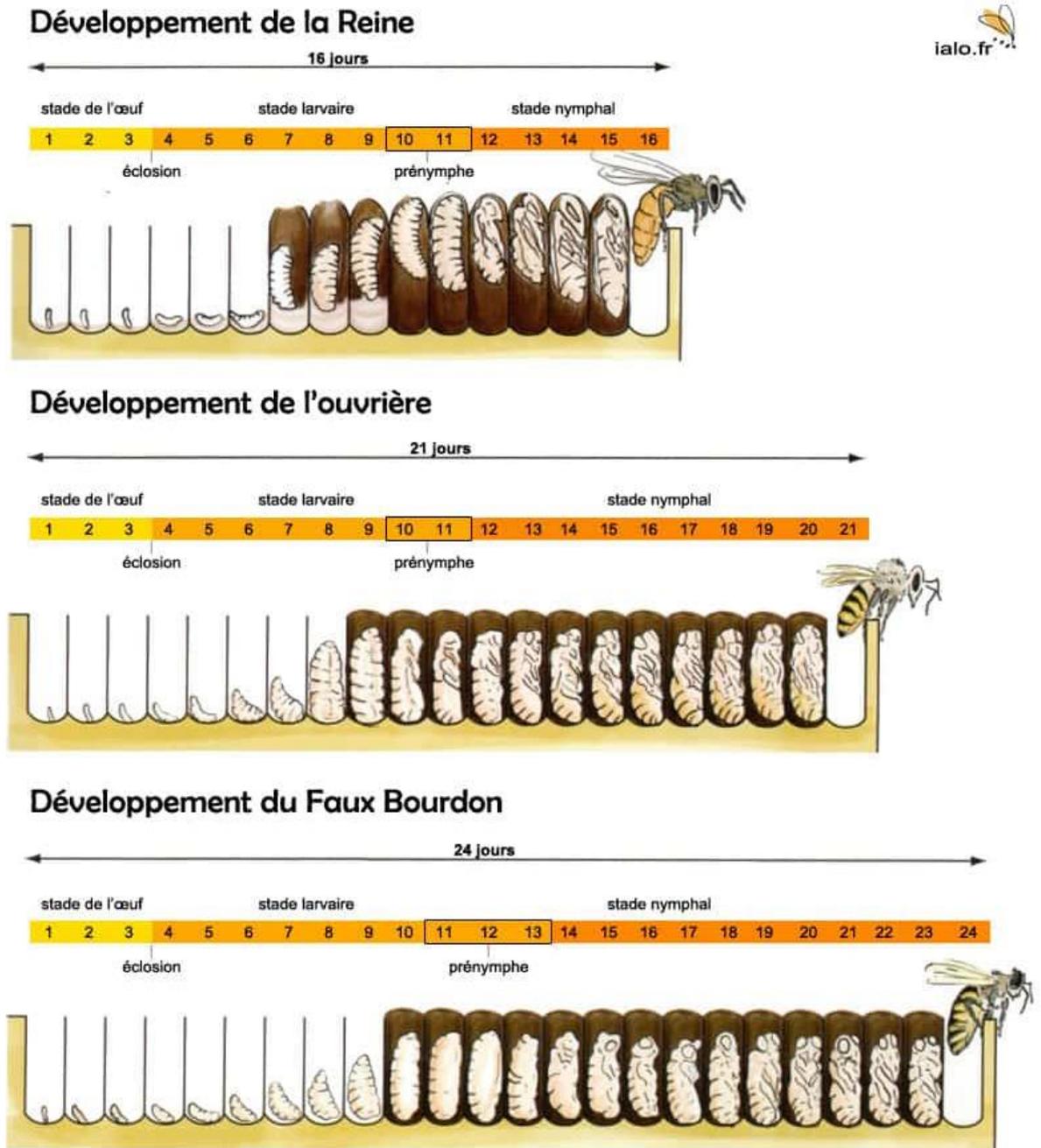
Le vol nuptial à lieu dans une belle journée (chaude de printemps à début d'été) entre 13 -16h. Le nombre de males qui suivent la reine est de 300 attirés par l'odeur de la phéromone, le vol dure 15-20mn, la reine s'accouple à 7-8males (polyspermie) le nombre est nécessaire pour remplir seulement 20% de la capacité des 2 oviductes.

Après deux ans de vie il est préférable de remplacer la reine car elle peut continuer à pondre mais des œufs non fécondés (males).

Lien d'une vidéo explicative : <https://www.youtube.com/watch?v=wU8pMswHnVs>

### 1.1.Cycle de vie

L'abeille subit une métamorphose complète pour devenir un insecte parfait selon plusieurs phases (**Kerbastard, 2020**).



**Figure 23:** Stades de développement des abeilles (<https://i2.wp.com/ialo.fr/wp-content/uploads/2017/05/cycle.jpg?ssl=1> )

#### 1.1.1.Œuf (0\_3J)

La reine pond un œuf par cellule. Dans les alvéoles, la reine pond un œuf fécondé, qui se transformera en ouvrière. Certaines alvéoles sont plus larges. Ce sont des œufs non fécondés, qui deviendront des faux-bourçons. Il est de forme allongé, de couleur blanche perle, de longueur environ 1.5mm et 0.3-0.5mm de diamètre. On le trouve collé au fond de la cellule changeant de position selon son âge : (verticale en premier jour, oblique en deuxième jour, couché au fond de la cellule au 3<sup>ème</sup> jour). Un œuf va passer par les stades de larve, chrysalide et nymphe avant d'éclore (**Hurpin, 1946**).

### 1.1.2.Larve

L'œuf éclot après 3 jours et il en sort une larve. Elle est molle, presque immobile apode, aveugle, de couleur blanche, la longueur du corps est de 15mm, et de 1mm de diamètre. Son appareil digestif est formé de l'intestin antérieur, moyen et postérieur.

Les premiers jours, les ouvrières nourrissent les larves de gelée royale, puis elles passent au miel et au pollen. Par contre les larves de reines sont toujours nourries à la gelée royale

### 1.1.3.Nymphe

À cette étape, le minuscule organisme se développe. Les pattes, les yeux et les ailes prennent forme. Après cette étape, l'abeille devenue adulte sort de l'alvéole en grignotant l'opercule.

L'ensemble des œufs, des larves et des nymphes forme le couvain.

Vidéo démonstrative : <https://www.youtube.com/watch?v=-FvIIFZNLLQ>

## 2.Cycle de la colonie

- **Fin d'hiver**

Après avoir passé l'hiver en « grappe », la colonie occupe davantage d'espace et se livre à un nettoyage de printemps. La reine redémarre sa ponte à mesure qu'augmentent les rentrées d'eau, nectar et pollen

- **Printemps-été**

À partir du mois d'avril, si le temps s'est suffisamment réchauffé et si les ressources sont abondantes, les premiers mâles sont élevés, afin d'assurer la reproduction de l'espèce. Selon le manque de place ou les caractères génétiques de la colonie, la vieille reine a le plus de probabilité d'essaimer entre avril et juillet. La colonie se développe, accumulant des réserves de miel, avec de potentiels coups d'arrêt si des périodes de froid ou de sécheresse surviennent. Le nombre d'abeilles atteint son maximum, puis les jours raccourcissent et la ponte de la reine diminue progressivement. C'est à cette période que les acariens *Varroa destructor* se trouvent en grand nombre au sein de la colonie et que le frelon asiatique rôde

- **Milieu de l'automne**

Aux premiers signaux de la fin de saison, les mâles sont chassés de la colonie (Egyptien, 2019). La colonie entre en hivernage lorsque la température tombe durablement en dessous de 13°C. Les abeilles se resserrent sous forme de grappe compacte et économisent leur énergie. La ponte de la reine cesse alors complètement. Certaines abeilles effectuent des allers-retours dans les parties supérieures pour récupérer la nourriture stockée durant la saison, pendant que le reste de la colonie maintient par des vibrations du thorax la température au centre de la grappe à 13°C minimum

## Information

Le cycle de la colonie varie d'une région à l'autre et convient d'être adapté par le formateur selon les particularités locales.

### 3.Essaimage

Il arrive beaucoup plus souvent que la reine-mère, encore assez jeune, découvre les cellules des jeunes futures reines auxquelles elle a d'ailleurs donné naissance. Le comportement de la vieille reine vis-à-vis des jeunes reines peut se manifester de manière assez différente en fonction du climat, de la richesse des fleurs à butiner, de la composition même de la famille. Deux solutions radicales se présentent: soit l'essaimage (Hurpin, 1946), soit la destruction de la nouvelle reine. L'essaimage, c'est-à-dire le départ de la vieille reine avec une partie des ouvrières de la famille pour produire une nouvelle colonie, se produit lorsque la floraison en cours laisse espérer des récoltes encore fructueuses (Biri, 1989)

Lien d'une vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=YZzfmUurjh0&feature=youtu.be>

### 4.Alimentation des abeilles

Les abeilles ont besoins d'une nourriture (glucides, protéines, lipides...) pour assurer la survie et l'élaboration des produits de la ruche

#### a. Produits récoltés

Les abeilles alimentent la colonie à partir de 5 grandes catégories de ressources ; la valeur nutritive du nectar, miellat et pollen varie en fonction des végétaux butinés, c'est pourquoi les colonies ont besoin d'une grande variété de plantes pour assurer leur bonne alimentation.

#### i. Nectar

Solution aqueuse, sucrée, sécrétée par les nectaires (glandes spéciales des plantes).La production du nectar s'appelle la miellée. Il constitué principalement de 7- 60% de sucres, 40-80% d'eau (Prost, 1987) et d'infimes quantités de substances aromatiques, azotées et phosphorées. La concentration du nectar préféré par les abeilles est d'environ 50%.

La quantité du nectar que les abeilles butinent dans un vol représente 2/3 du poids de son corps, elle peut arriver à 70mg, mais habituellement une abeille transporte 35-40mg de nectar par vol. C'est leur nourriture principale, qu'elles conserveront en vue de passer l'hiver.

La transformation du nectar en miel commence dès que la goutte de nectar est absorbée par l'abeille. Dans le jabot ; le nectar se mélange avec la salive (enzymes d'invertase ou saccharase), les sécrétions des glandes labiales, les sécrétions pharyngiennes, l'eau et les ferments.



Le nombre de passage d'une abeille à l'autre que subit la goutte de nectar pendant le processus de maturation dépend de l'intensité de la récolte et la puissance de la colonie.

La matière première, mélangée à des sécrétions, subit par la suite un épaissement (évaporation de l'eau) qui achève le processus de transformation du nectar en miel.

Le murissement définitif du miel dure 1-3 jours, pendant lesquels sa teneur en eau baisse encore jusqu'à 20% au moins

## ii. Miellat

Substance liquide, de couleur foncé et de gout agréable, il se trouve sur les feuilles de certains arbres.

Le miellat provenant d'excrétions sucrées de certains insectes parasites suceurs (tels que pucerons et les cochenilles...) (**Fettal et Khenfer, 1997**) qui se nourrissent de sève élaborée par les plantes parasitées.

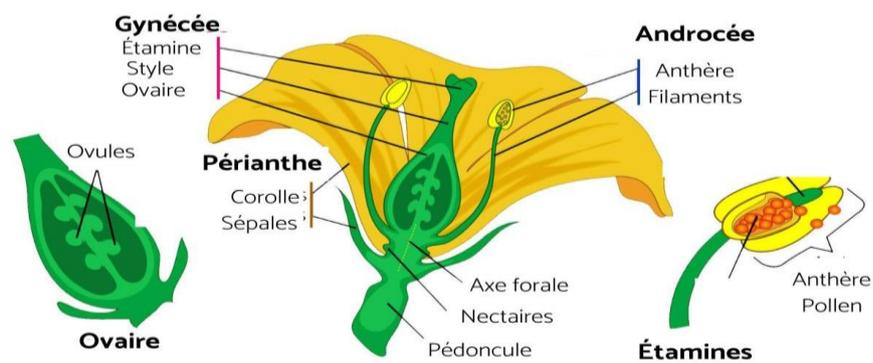
Les abeilles traitent le miellat comme le nectar en l'absence ou en complément des fleurs. A l'origine du miel de sapins sur lesquels vous n'avez jamais vu la moindre fleur !

## iii. Pollen

Fournit principalement les protéines et vitamines nécessaires au développement des larves et à l'activité de la reine. Récolté par les abeilles par leurs corps entiers et spécialement avec l'appareil buccal et les pattes qui sont munies d'adaptation à ce but. Elle humecte le pollen avec du miel ou du nectar régurgité du jabot, puis se nettoie du pollen avec ces pattes, en utilisant les brosses tarsiennes, elle façonne des pelotes qu'elle entasse dans les corbeilles (des pattes postérieures).

Arrivé dans la ruche l'abeille dépose et tasse avec la tête les pelotes dans les cellules proches du couvain jusqu'à  $\frac{3}{4}$  de leur volume. Puis elle les recouvre avec une couche de miel.

Le pollen est également emmagasiné et constitue la nourriture protéique indispensable (**Paterson, 2008**) (tous les AA nécessaires à la croissance au développement du couvain, des jeunes abeilles. Il est utilisé dans la production de la gelée royale et de la cire etc... Il est beaucoup plus riche en vitamines et en hormones que le miel.



## Figure 24: Les différentes parties d'une fleur

**Remarque :** Après le processus de fermentation, le taux de protéines et le taux de graisses diminue, Tandis que le taux de sucre croit.

Pour l'usage humain, il représente une source de protéines importante, intéressante pour les végétariens. Il est également très riche en carotène, en acides aminés, en vitamines (A, B, C, D, E) et en minéraux (Fer, Calcium, Zinc, Sélénium). De nombreuses vertus entre autres:

- Un très bon énergisant naturel. Il lutte notamment contre la fatigue et l'anémie et stimule efficacement les muscles. Et aide le système cardio-vasculaire
- Il booste les défenses immunitaires et participe vivement à la protection du corps humain face aux maladies virales.
- Constitué de lactobacilles et de bifidobactéries, il agit pour une bonne digestion et aide à restaurer la flore intestinale.
- Il traite les allergies ; et protège les voies respiratoires en provoquant un effet anti-inflammatoire sur les tissus pulmonaires. De ce fait, recommandé pour lutter contre l'asthme.

Concernant la récolte, l'apiculteur installe une grille (trappe à pollen) percée de trous de 5 mm de diamètre à l'entrée de la ruche. Afin de faire tomber une partie des pelotes situées dans les corbeilles des pattes arrière. Ces pelotes atterrissent ensuite dans un tiroir protégé par un grillage. En moyenne, une ruche produit entre 30 et 40kg de pollen chaque année et seulement 10% d'entre eux sont prélevés pour ne pas nuire à la colonie

### iv. Eau

Elle est nécessaire à l'activité de la colonie d'abeille pour assurer :

- La préparation de la nourriture
- L'alimentation du couvain
- La modération de la chaleur de la ruche pendant les canicules...

L'eau, qui n'est pas stockée dans la ruche, est récoltée abondamment, surtout au printemps, et permet la dilution des éléments précédents avant absorption par les jeunes larves.

### Exemple :

Une colonie d'abeilles consomme 40-50g d'eau/jour, en période chaude atteint 200-380 g/jour.

### v. Propolis

La propolis est le "mastic des abeilles". C'est une substance résineuse, sécrétée par les excroissances bourgeonneuses de certains arbres, qui permet aux abeilles d'obturer les fissures de leur nid, de désinfecter (**Ravazzi, 2007**) ou encore... d'embaumer les cadavres des intrus trop gros pour être jetés hors de la ruche.



**Figure 25:** Sources d'alimentation des abeilles

(<https://slideplayer.fr/slide/9675426/>)

Si dans la nature, les abeilles récoltent et font leurs provisions sans attendre un apport supplémentaire de l'être humain, dans un élevage où l'apiculteur vole littéralement la majeure partie des provisions, agit et interfère dans le développement de la colonie pour ses propres besoins, il est souvent nécessaire de redonner de la nourriture sous différentes formes en fonction des périodes et des buts recherchés.

#### vi. Quel nourrissage donner à nos colonies ?

L'idéal serait de restituer une partie de la récolte précédente. Par ailleurs, il ne faut jamais regretter le miel redistribué aux colonies lors du nourrissage. Mais, attention de ne pas donner de miel dont on ne connaît pas la provenance (loque, autres maladie).

En cas de nourrissage au miel, on parle de réflexe de pillage possible. Mais, le pillage n'apparaît qu'en présence de ruche faible ou orpheline ou d'un travail inadéquat au rucher (laisser du miel couler sur les toits de ruches, travailler début de journée...). L'apport de miel est un facteur favorisant le pillage. Le risque trop important de pillage est la raison principale du choix largement partagé de nourrir avec du sirop préparé.

Nourrissage au sirop de sucre inverti : jamais avant ou pendant une miellée, ou avant de poser les hausses. 14 à 16 kg (on parle aussi de 20kg) de sirop doivent être donnés à la colonie pour qu'elle passe l'hiver sereinement. Le sirop de concentration de plus de 60% de sucre. Cette concentration est importante pour éviter trop de travail aux abeilles qui doivent descendre le taux d'humidité de ce sucre à moins de 20%

Le sirop n'est (presque) plus absorbé quand la T° descend sous 10°C.

Il a été prouvé que le développement du couvain au printemps était proportionnel à la quantité de provisions disponible à la fin de l'hiver.

Le stimulant naturel de la ponte est le pollen.

Les besoins en eau d'une colonie sont évalués à 1 litre environ par semaine. D'où l'importance d'un point d'eau où les abeilles peuvent venir en toute quiétude puiser les quantités d'eau nécessaires.

Les matières sèches et liquides pour le nourrissage sont différentes ;

\_ **Le sirop de fabrication maison** : il s'agit d'un sirop fait à base de sucre de cuisine en solution dans l'eau avec une concentration allant de 50% à un peu plus de 60%. Ce sirop bon marché est facile à réaliser et est bien accepté par les abeilles. Cependant ce sirop de saccharose devra encore être inverti par les abeilles avant d'être stocker. Cela signifie que par ajout d'une enzyme salivaire, l'invertase, les abeilles vont transformer le saccharose et le séparer en glucose et fructose. Ce travail fastidieux fatigue énormément les abeilles et les use prématurément.

**Le sirop inverti du commerce** : Ce sirop généralement conditionné en bidon ou seau de 14 kg est un sirop industriel qui présente les mêmes caractéristiques que le sirop inverti par les abeilles. En donnant ce sirop, l'apiculteur épargne le travail fastidieux d'invertir le sirop de fabrication maison. Il en résulte apparemment une longévité accrue des abeilles sensées passer l'hiver.

Les sirops, inverti ou non doivent être tiédi avant d'être donné lorsque les températures extérieures se rafraîchissent. Cela facilite la prise par les abeilles.

**La pâte ou candi** : C'est une pâte de sucre conditionnée en sachet de 2 kg. Sa facilité d'emploi en fait un excellent compromis lorsqu'il faut nourrir et que les températures sont trop basses que pour donner du sirop, notamment en février ou mars pour le nourrissage spéculatif. Le sachet de candi se place directement sur le couvre cadres, sachet percé au niveau du trou de nourrissage.

Il existe des pâtes de sucre contenant une proportion de pollen ou de protéine de remplacement. Mais les résultats escomptés ne sont pas démontrés.

## **5.Pratiques apicoles**

L'apiculteur doit savoir, avant tout, que bien organiser un rucher, c'est non seulement s'assurer de tirer profit des investissements consacré à la création de son projet d'apiculture, mais aussi et surtout, pour tout « berger d'abeilles », **offrir à ses colonies des conditions de vie propice** pour passer une bonne saison apicole. Egalement il est important de bien visualiser les différentes tâches à mener au fil d'une année apicole. Certaines pratiques sont susceptibles de varier selon un certain nombre de facteurs.

### **5.1.Choix de l'endroit**

L'installation d'un rucher ne doit pas s'improviser. Pour garantir une production et une rentabilité suffisantes, l'apiculteur tiendra compte des critères repris ci-dessous et ne maintiendra pas une population d'abeilles hors de proportion avec les capacités mellifiques environnantes.

#### **5.1.1.Conditions**

\* Le rucher doit être installé en place et exposition favorables, en un endroit propice où il y a une flore nectarifère suffisante.

\*Dans un endroit sec, à l'abri si possible des grands froids, des courants d'air et des vents dominants.

\* Eloigner du bruit intense ou des dérangements pour les abeilles.,

\*Entourer le rucher d'une clôture solide s'il y a des animaux.

\*Nos ruches seront orientées idéalement de façon à ce que la planche de vol regarde vers le sud-est afin que les butineuses puissent s'envoler dès le lever du jour à la recherche du nectar.

\*Eviter de mettre trop de ruches au même endroit.

### 5.1.2.Aménagements

- Le sol doit être nivelé afin que les ruches soient placées horizontalement (disposées sur un appui unique ou sur des supports individuels).

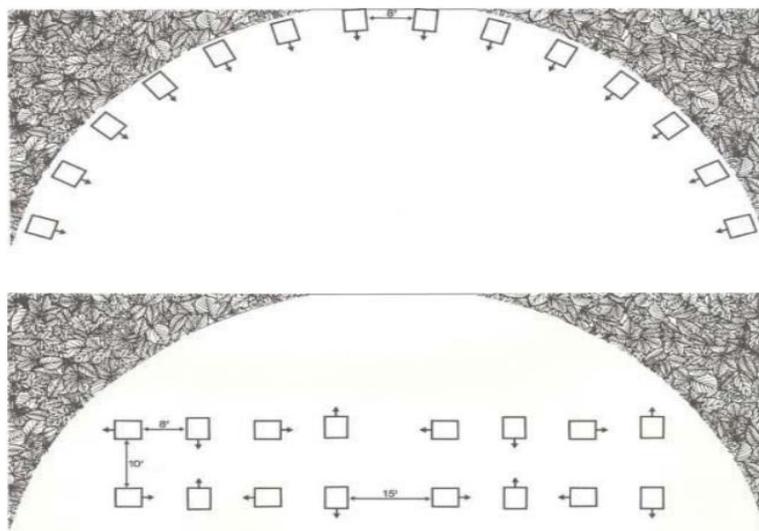
- Les plateaux seront à environ 30-40 cm du sol et les ruches distantes d'au moins 1mètre l'une de l'autre.

- Dégager le sol devant les ruches afin d'en faciliter l'accès aux abeilles et afin de permettre à l'apiculteur d'observer les déchets rejetés par les abeilles.

Concernant la disposition des ruches ; la dérive diminue si les entrées des ruches sont orientées de façon différente (Sud, Sud-Est, Sud-Ouest ....) Il en sera de même si les rangées de ruches sont brisées plutôt que droites. Les deux dispositions suivantes semblent donner les meilleurs résultats.

- En forme de fer à cheval, en respectant les distances,

- En groupe de 6 à 8 ruches avec une distance de 5 mètres (15 pieds) entre les groupes et une orientation différente.



**Figure 26:** Dispositions des ruches dans un rucher

## **Remarque**

On appelle dérive, le fait que les abeilles ne reviennent pas dans leur colonie de départ et ce malgré un sens de l'orientation remarquable. Pour voyager, les abeilles se guident sur la position du soleil et sur des repères tantôt rapprochés tantôt éloignés de la ruche.

### **5.1.3.Types de ruchers**

Faut-il choisir un rucher en plein air ou un rucher couvert ? Chacun a ses partisans, ses avantages et ses inconvénients.

Le rucher en plein air a comme avantages : aucune dépense d'installation, clarté durant les visites. Pour les inconvénients: ruches exposées aux intempéries, pas d'abri contre le soleil, pas de possibilité de visites quand il pleut.

Concernant le rucher couvert, parmi ces avantages: visite des colonies quel que soit le temps, colonies abritées du froid et des intempéries, ruches mieux protégées (construction plus économique), rangement du matériel plus aisé.

Pour les inconvénients : coût d'installation et frais d'entretien, excellent abri pour les rongeurs, ruches trop rapprochées (pillage, dérive), risque d'erreur pour les jeunes reines rentrant du vol de fécondation, luminosité souvent insuffisante.

En tout cas, le rucher couvert devra être assez haut (confort, luminosité), assez large (rangement et déplacements) et assez long (nombre de ruches et espace entre elles).

### **5.1.4.Immatriculation des ruches**

Toute ruche habitée, installée sur un terrain doit être identifiable en permanence, ces indications devront figurer en caractères lisibles et indélébiles sur toutes les ruches du rucher.

## **5.2.Choix du temps (saison apicole)**

### **5.2.1.Saison apicole**

#### **✓ Hivernage**

Cette période débute dès la fin du nourrissage d'hiver (mi-septembre). Dès ce moment la ponte va connaître un net ralentissement et les abeilles se mettent en grappe en octobre / novembre. Durant cette période, les abeilles se tiennent en un groupe compact et nécessitent calme et repos absolu jusqu'à la reprise des activités de vol qui reprendront dès les premiers beaux jours.

L'apiculteur profitera de ces moments pour nettoyer et réparer le matériel, préparer la saison à venir, étudier ses notes, etc.

#### **✓ Développement printanier**

Dès les premières belles journées (souvent fin février et par des températures d'au moins 12°C) les vols vont reprendre. Il s'agit d'abord de vols de propreté qui vont permettre aux abeilles de

se vider les intestins des déjections accumulées durant l'hiver. Ensuite, elles vont se livrer aux premiers vols destinés à ramener le pollen et l'eau nécessaires à l'alimentation des larves. En effet, la ponte reprend progressivement avec l'allongement de la durée des jours jusqu'à atteindre un maximum quatre mois plus tard environ.

Dès la mi-mars environ, nous devons effectuer les premières visites (dès que la température est de 15°C et que les abeilles ont volé franchement durant deux ou trois jours consécutifs) afin de vérifier l'état des colonies après l'hiver. Cela consiste essentiellement à s'assurer de la présence d'une reine en ponte et de la quantité de nourriture restant à la disposition des abeilles. Le cas échéant, un nourrissage printanier devra être entrepris avec du candi ou de l'Apifonda.

### **Remarque**

Le pain de candi (nourrissage solide hivernal) ne doit être utilisé qu'en hiver et pour apporter un complément en sucre aux abeilles, lorsque les réserves ne sont pas suffisantes à l'entrée de la saison froide.

Certains apiculteurs effectuent un nourrissage dit "de stimulation" à cette période de l'année pour simuler une miellée et ainsi stimuler la ponte de la reine. Cela n'est cependant pas du tout nécessaire avec des abeilles ayant un développement printanier suffisant. Au contraire, cette méthode aurait plutôt la fâcheuse conséquence de déclencher la fièvre d'essaimage ou tout au moins d'en accélérer le processus.

C'est aussi à cette époque que les abeilles vont à nouveau élever des mâles afin d'assurer la fécondation des futures reines.

Il est aussi indispensable de placer une hausse sur les ruches dès que les abeilles sont assez nombreuses pour pouvoir l'occuper. Il est préférable de poser la première hausse trop tôt que trop tard. Ce moment peut varier fortement en fonction des premières miellées locales (flore et météo).

Vidéo visite de printemps ; <https://www.youtube.com/watch?v=p1g6cu98Tuc>

### ✓ **Période d'essaimage**

L'essaimage est le mode de reproduction naturel des colonies d'abeilles. Il consiste en une scission de la ruche. Une partie (environ la moitié) des abeilles quitte son logis avec la reine pour fonder une nouvelle colonie. Mais avant cela, les abeilles ont pris la précaution de commencer un élevage royal dans la ruche d'origine afin de permettre à celle-ci de se "refaire" une nouvelle reine. Cela se déroule vers les mois de mai et juin.

C'est aussi essentiellement à cette époque que l'on pratique l'élevage de reines et que l'on crée des essaims artificiels, soit pour prévenir l'essaimage, soit pour créer de nouvelles colonies.

## Complément

L'essaimage s'effectue en cas de ; Reines âgées, Population trop importante pour la ruche, Aération insuffisante des ruches. Déséquilibre entre le nombre d'abeilles d'intérieur et d'extérieur. Tendances de certaines colonies à essaimer. Temps chaud et humide.

### ✓ Récoltes

L'apiculteur enlève le miel accumulé dans les hausses. Dans certaines régions, la première récolte se passe vers la fin mai, dit "de printemps", et replace ensuite les hausses vides afin de les remettre à la disposition des abeilles pour emmagasiner le miel dit "d'été". Vers la fin juillet, les ressources mellifères étant alors épuisées, une seconde récolte a lieu de la même manière que précédemment.

### ✓ Nourrissement d'hiver

Comme nous volons une grande partie du miel que les abeilles se sont évertuées à accumuler afin de survivre à l'hiver, il est indispensable de compenser cela par un nourrissement artificiel. Celui-ci pourrait se donner dès la dernière récolte mais il est nettement préférable d'attendre le début de l'automne afin de permettre à la reine de pondre le plus tard possible. D'un autre côté, il est conseillé de terminer l'apport de ce sirop de remplacement pour la mi-septembre, les abeilles pouvant alors encore stocker et invertir le sucre dans des conditions météo acceptables.

## Complément

### Comment procéder ?

Afin que les abeilles puissent survivre jusqu'aux premières miellées importantes du printemps, il est indispensable qu'elles disposent de minimum 15 kg de nourriture fin septembre (selon les races). Il faut donc, dans un premier temps, évaluer la quantité de miel restant dans la ruche avant d'entamer le nourrissement. La méthode la plus précise consiste à faire une dernière visite et à estimer les réserves, sachant que chaque face remplie d'un cadre Dadant (+/- 12 dm<sup>2</sup>) contient environ 2 kg de miel. De cette manière, il est possible d'établir un bilan et de déterminer la quantité de nourriture à pourvoir.

### Exemple

Après visite, vous constatez qu'il reste 6 kg de miel. Pour arriver à 20 kg, vous devez donc compléter à concurrence de 14 kg d'équivalent de miel. Le miel contenant environ 20% d'eau, il vous faudra distribuer 11,2 kg de sucre. Or, comme vous utiliserez un sirop 10:6 (10 parts de sucre pour 6 parts d'eau), c'est donc environ 18 kg de ce sirop que vous ajouterez avant la mi-septembre. Une colonie normalement forte n'a aucun problème pour stocker journalièrement 2 kg (et même plus) de ce sirop.

## Information

Certains apiculteurs se contentent de peser les ruches ou de les soupeser... La première méthode nécessite une bonne connaissance du poids de la ruche vide, auquel il faut ajouter le poids des abeilles, du couvain et du pollen... La seconde est encore plus aléatoire.

### 5.3.Choix de la ruche (matériel)

La ruche permet à l'homme de disposer d'un nombre important de colonies à portée de main. Pendant des siècles celle-ci fut faite de matériaux très divers en fonction des régions et des habitudes locales: sections d'arbres creux, récipients de toutes sortes, terre, bois, etc.

Les premières ruches "vulgaires" furent aménagées dans des vases en terre cuite, en paille, en bambou, dans des morceaux d'écorce de chêne-liège plus ou moins circulaires, des caisses en bois ayant plus ou moins la forme d'un parallélépipède.

- **Ruches vulgaires obliques**

Installées à l'oblique; ce système leur permet en effet de nettoyer aisément le fond des ruches et d'extraire le miel plus facilement.

- **Ruches vulgaires horizontales**

Placées à l'horizontale; ce genre de construction se rencontre surtout en Afrique; mais l'exploitation de ce système est assez barbare car il contraint l'apiculteur à asphyxier la ruchée sans avoir vérifié si l'essaimage a eu lieu.

Les ruches vulgaires présentent en outre l'inconvénient de dissimuler d'éventuelles maladies et de ne pouvoir être soumises à aucun contrôle

En effet, tous ces modèles présentaient le gros inconvénient de nécessiter la destruction des rayons de cires - quand ce n'était pas celle des abeilles - afin d'en retirer le miel tant convoité.

Donc on inventa l'actuelle ruche à cadres mobiles permettant de pratiquer n'importe quelle opération - y compris l'extraction du miel - sans causer le moindre dommage aux abeilles.

Il existe de par le monde des ruches à cadres verticales et horizontales. Ces dernières présentent l'inconvénient d'être très lourdes.

## Information

Pour les ruches verticales on peut distinguer deux grandes familles selon le type d'ouverture.

\*Le système **américain** est celui où les ruches s'ouvrent par le haut (plafond mobile) et,

\*Le système **allemand** avec ouverture par l'arrière.

Parmi les ruches verticales à cadres on trouve :

- **Dadant** ; dite "non-divisible" (les corps et les hausses sont de hauteurs différentes)
- **W.B.C.** ; modèle divisible car elle est constitués d'éléments semblables.
- **Langstroth** ; modèle divisible, c'est la plus utilisée au monde.

Et d'autres traditionnelles sans cadres ; warré, tanzanienne...

La ruche dadant composé de ;

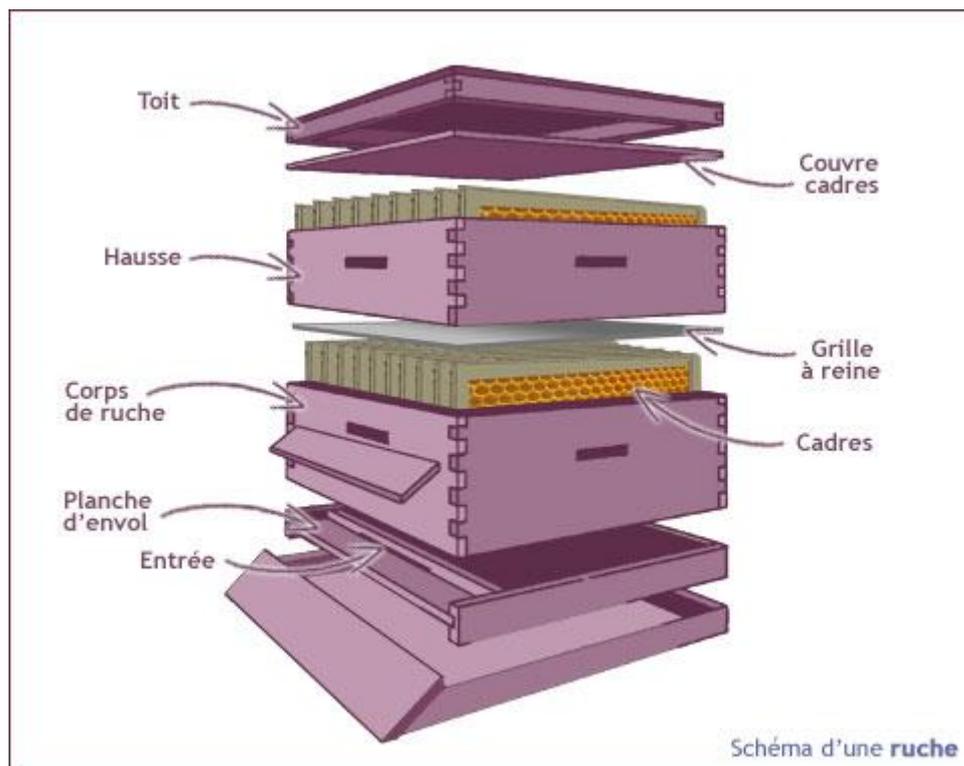
Le **plateau** sur lequel repose un corps de ruche avec 10 ou 12 cadres.

Au-dessus du corps: **les hausses** où les abeilles entreposent le miel sur des 1/2 cadres pré-remplis avec de la cire gaufrée qui sera récolté.

Au sommet : **un toit plat**, ou en chalet. Voici les dimensions internes d'une ruche Dadant. Les dimensions externes varient suivant l'épaisseur du bois (en général entre 20 et 27 mm). Ces dimensions internes sont à respecter au millimètre.

Taille Dadant 10 cadres: (h x l x L) 31 x 38 x 45    Hausse: h= 17

Taille Dadant 12 cadres: (h x l x L) 31 x 45 x 45    Hausse: h= 17



**Figure 27:** Les composantes d'une ruche ([https://lh3.googleusercontent.com/proxy/jUdXFWOmhPGi54WLSelLiyRp05HfFm9dfgZoi3plMwk6Am-Ap5LgGx\\_LHPI\\_FXZMwj9rqZOwsHo6QqzC6Khvd-O7kK3hprAIXQ](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/jUdXFWOmhPGi54WLSelLiyRp05HfFm9dfgZoi3plMwk6Am-Ap5LgGx_LHPI_FXZMwj9rqZOwsHo6QqzC6Khvd-O7kK3hprAIXQ) )

### 5.3.1. Comment peupler

#### ✓ Colonies sur cadre

Il est possible d'acheter une petite colonie (appelée nucléi) sur cadres. Dans ce cas, il faut s'informer sur l'âge, la valeur de la reine, sur la force de la population, sur l'âge des cires et sur la quantité de provisions disponibles.

#### **Attention !**

Soyez certains que les cadres soient bien à la même dimension!

Cela peut se faire durant toute la saison (de mars à septembre) mais il est préférable de procéder au printemps afin d'éviter le problème d'essaimage la première année, peut-être d'avoir un peu de miel d'été, et surtout d'entamer la saison suivante dans des conditions optimales.

Une fois ramenée chez vous, cette petite population sera installée pendant quelques heures à son emplacement futur (ou sur la ruche d'accueil). Ensuite, vous pourrez transvaser le tout en n'omettant pas de vérifier les réserves et de prévoir une ou deux cires gaufrées qui permettront directement à la colonie de se développer. Si nécessaire, nourrissez (nourrissement d'hiver) afin que les abeilles disposent en permanence d'au moins 5 kg de réserve. Il vous suffira dès lors d'augmenter régulièrement le nombre de cadres jusqu'à obtention d'une colonie normalement forte

### 5.3.2. Essaims

Le moyen le plus simple (et surtout le moins onéreux) pour obtenir des abeilles, c'est de se procurer des essaims. Soignez-les bien et, dès l'année suivante, vous pourrez espérer un résultat, c'est à dire récolter du miel.

La capture d'un essaim, opération spectaculaire, ne présente, en théorie, aucune difficulté particulière. Néanmoins, la situation de l'essaim peut parfois rendre les opérations difficiles et inconfortables.

-Commencez par pulvériser un peu d'eau sur la grappe afin de limiter les vols autour de celle-ci. Ensuite, il s'agit de recueillir la grappe en la faisant tomber d'un coup sec dans une cloche en paille (ou tout autre récipient). Elle sera alors retournée et placée à l'ombre en s'assurant qu'une petite ouverture est laissée en dessous. Si la reine est bien présente dans la cloche (c'est généralement le cas), toutes les abeilles encore à l'extérieur vont rejoindre rapidement leurs congénères déjà dans la cloche. Le soir venu, les vols ayant cessés, vous pourrez emmener vos nouveaux pensionnaires vers la demeure que vous leur aurez préalablement aménagée. C'est à dire dans laquelle vous aurez disposé quelques cadres de cires gaufrées.

Vous pouvez procéder à l'enruchement le soir même (ou le soir suivant si les abeilles sont un peu agitées suite au transport). Deux méthodes sont possibles. Soit par le haut (la plus expéditive), soit par le bas (la plus spectaculaire et intéressante).

Si vous choisissez la première manière, ouvrez la ruche préparée et placez par-dessus une hausse vide afin que cette dernière serve d'entonnoir. Amenez la cloche avec l'essaim sur le tout et, d'un coup sec, faites-y tomber la masse d'abeilles. A l'aide d'un peu de fumée, forcez-les à descendre dans le corps de ruche, refermez ensuite la ruche et le tour est joué.

Avec la seconde méthode, placez une planche inclinée entre la planche de vol et le sol.

Précipitez-y l'essaim qui, rapidement, prendra la direction de l'entrée de la ruche et y pénétrera progressivement. Cette façon de faire vous permettra d'assister à un spectacle toujours agréable. Avec un peu de chance, vous pourrez même apercevoir la reine (c'est éventuellement l'occasion de la marquer). Après quelques dizaines de minutes, tout ce petit peuple aura pris possession de la ruche.

### **Remarque**

Il peut arriver (rarement) que les abeilles enruchées n'acceptent pas la ruche qui leur est ainsi imposée et qu'elles la quittent dans les heures qui suivent. Afin de réduire ce risque, on peut préalablement pulvériser les cadres d'eau parfumée aux herbes aromatiques. Autre "truc" plus radical: placer, juste avant l'enruchement, un cadre contenant du couvain (sans abeilles). Ce "cadre d'attache" retiendra à coup sûr les abeilles qui s'occuperont immédiatement des soins aux larves.

### **5.3.3.Déplacement de colonies et transport des ruches**

Le transport se fera de préférence tôt le matin ou le soir après la tombée du jour lorsque les butineuses sont rentrées. Ou alors, on aura pris soin de fermer la ruche la veille au soir.

Bien obturer les entrées pendant le transport mais il est indispensable de veiller à une bonne aération si celui-ci est assez long.

Pour le transport, les ruches seront disposées afin que les cadres soient dans le sens de la marche afin d'éviter tout ballonnement de ceux-ci.

### **Conseil**

Il est important de noter qu'il existe une distance minimale à respecter entre deux emplacements successifs (environ 5 km) en dessous de laquelle les butineuses retournent à celui d'origine. Les ruches peuvent être déplacées à n'importe quel moment de l'année sauf lorsque les températures sont inférieures à 8°C ou que les abeilles forment une grappe (de novembre à février).

### **5.4.Matériel apicole**

Certains outils sont indispensables à l'activité apicole, que ce soit lors de la récolte ou au cours des visites d'entretien de la ruche.

Le matériel nécessaire à l'apiculteur pour l'élevage :

- Ruches (plancher, corps, grille d'entrée et grille à reine, cadres, hausses, couvre-cadres, toits).
- Bobine de fil de fer galvanisé ou étamé, cires gaufrées, alimentation électrique.
- Partitions, set de marquage de reines, brosse à abeilles,.
- Abeilles (colonie sur cadres ou essaim).
- Accessoires : chasse-abeilles, nourrisseurs, abreuvoir.
- Ruchette pouvant contenir un nucléi de réserve en hiver et servir à faire des essaims artificiels en été, etc....

Pour la visite du rucher :

La tenue de protection "vareuse" (ou voile et gants au minimum), enfumoir (ou pipe), combustible pour l'enfumoir, lève cadres.



**Figure 28:** Matériel apicole

Concernant le matériel de l'extraction du miel :

- Set à désoperculer (chevalet, bac, fourchette),
- Extracteur (en commun éventuellement), filtres
- Maturateur(s), batteur.



**Figure 29:** Matériel d'extraction du miel

### 5.4.1. Exploitation des ruches

#### ✓ Visites

En règle générale, il faut dire que l'on n'ouvre pas inutilement une ruche pour son seul plaisir. Chaque visite doit avoir un but bien précis.

Pour aller dans ses ruches, on préférera les périodes de beau temps. La température doit être au moins de 15°C, sauf si une raison impérieuse le justifie. N'ouvrir les ruches qu'entre le lever et le coucher du soleil !

- La première visite (vers mars) a pour but de faire le bilan de l'hivernage (ponte de la reine et état des provisions).

- En avril, on agrandira progressivement les colonies par l'ajout successif de cadres et, dès la fin du mois, on commencera éventuellement la lutte contre l'essaimage. Il existe de nombreuses méthodes mais certaines d'entre elles peuvent nécessiter des visites régulières jusqu'à la fin de cette période délicate (vers juin).

- En juin et juillet, les visites s'espaceront progressivement. Après la dernière récolte, on placera les rubans contre la varroase et fin août on visitera une dernière fois de manière approfondie pour pouvoir effectuer un nourrissage correct. On en profitera aussi pour réduire le nombre de cadres et placer une partition.

- Début octobre, une ouverture rapide nous permettra d'enlever les rubans. Ensuite, les abeilles sont laissées tranquilles jusqu'au printemps, sans avoir omis de placer une isolation sur les couvre-cadres.

#### **Information**

D'autres motifs peuvent justifier une visite, tels que, par exemple, le contrôle d'une naissance, d'une introduction ou de la ponte d'une nouvelle reine, mais on tentera au maximum de les rationaliser en préparant correctement chaque ouverture de ruche

## ✓ **Carnet de note**

Même si l'on ne possède que quelques ruches, il est indispensable de tenir un suivi écrit de chacune des colonies. Cela peut avoir la forme d'un cahier de notes ou d'une fiche de travail. On doit y retrouver des renseignements généraux sur la reine et la colonie, les manipulations effectuées et les observations faites lors des visites. Le but est de permettre d'organiser chaque visite, de pouvoir établir la synthèse de la saison et de pratiquer éventuellement une certaine sélection. Chaque apiculteur doit mettre au point une méthode personnelle en fonction de ses besoins, de son matériel et de son mode de conduite.

### **Complément**

Renseignements sur la reine : numéro, couleur, année, race, remarques, renouvellement...

Renseignements sur la colonie : agressivité/douceur, construction, tenue au cadre, fièvre d'essaimage, pesées, récoltes, etc....

Visites : date, opérations, force de la colonie, estimation des réserves (miel et pollen), présence de la reine, couvain, comportement des abeilles, etc....

Récoltes : Dates et quantité (miel, pollen, propolis)

Nourrissements : dates, quantité, vitesse de prélèvement.

Maladies : constatations et traitements (varroase !)

## ✓ **Miellerie**

L'extraction et le traitement ultérieur du miel (battage, mise en pot, etc.) requièrent bien évidemment un local et du matériel d'une propreté irréprochable. S'il est idéal d'aménager un local à cet effet, un petit apiculteur peut très bien se contenter d'utiliser un local quelconque (une cuisine par exemple), pour autant qu'il réponde aux critères déjà énoncés.

Il faudra particulièrement veiller à ce qu'il soit à une température suffisante, que l'humidité y soit modérée et qu'il soit totalement exempt d'odeurs particulières.

Vidéo: récolte du miel (désoperculation, extraction et filtration) <https://www.youtube.com/watch?v=WuxlztQFWc>

### **5.4.2. Renouvellement du cheptel**

Le renouvellement régulier du cheptel est une nécessité pour assurer une production régulière de miel et maintenir un haut niveau de qualité. Ainsi que pour éviter la perte des colonies. L'élevage artificiel d'essaims permet aussi de développer l'activité en augmentant le cheptel, de remplacer les vieilles reines fatiguées et de sélectionner les meilleures abeilles. Certains apiculteurs se spécialisent particulièrement dans l'élevage de reines ou d'essaims afin d'approvisionner les autres apiculteurs. Comment fait-on pour produire des reines et des essaims ? C'est ce que nous allons voir dans ces trois petites vidéos.

Liens utiles :

Produire des reines : <https://www.youtube.com/watch?v=kju-GBCbmXg&feature=youtu.be>

Production des essaims <https://www.youtube.com/watch?v=aok09iXKWQM&feature=youtu.be>

Diversité des pratiques <https://www.youtube.com/watch?v=pmXmpRHr-dU&feature=youtu.be>

## **C.Races d'abeilles et amélioration génétique**

### **a.Races d'abeille**

Les abeilles sont classés parmi les insectes sociaux de l'ordre des hyménoptères, apocrites ayant des ailes membraneuse (les antérieures plus grandes que les postérieures). Appartenant à la super famille des Apoïdes et plus précisément à la famille des Apinae (Egyptien, 2018). Elles sont agressives, mais ce caractère ne présente pas de défaut dans un milieu riche en ennemies et parasites (fourmis, fausse teigne...).

Selon Grasse et al (1998), cet ordre comporte plusieurs familles dont celles avec des ressemblances de comportement qui sont:

- ✓ Famille des Formidae (les fourmis)
- ✓ Famille des Vespidae (guêpes)
- ✓ Famille des Apidae (abeilles)

D'après Ruttner (1968), on trouve dans la famille (Apidae) le genre *Apis* qui lui-même comporte quatre espèces :

- Apis dorsata* (abeille géante indienne)
- Apis florea* (naine jaune)
- Apis cerana*
- Apis mellifica* (abeille mellifère) (Pouvreau, 2004)

L'espèce *Apis mellifera* est la plus importante car s'intéresse à la production de miel et autres produits (Pham-Dalegue, 1998), elle comprend trois groupes géographiques:

#### **a.1.Abeille mellifère africaine**

Elle comprend plusieurs sous espèces:

- L'abeille jaune africaine (*Apis mellifica adansonii*) est répandue en Afrique centrale et se distingue par l'abdomen jaune clair ou foncé.

- L'abeille tellienne (*Apis mellifica intermissa*) est répandue du nord est au nord ouest de l'Afrique notamment en Algérie, elle est de couleur foncée. Elle est adaptée aux conditions écologiques du nord de l'Afrique. Il existe une autre race au sud de l'Algérie (oasis) appelée *Apis mellifica sahariensis* (l'abeille d'orée du sahel) de couleur claire et présente un intérêt pour la pollinisation des plantes.

- L'abeille sud Africaine (*Apis mellifica capensis*) répandue dans la zone du cap de la bonne espérance (Afrique du sud), elle ressemble à l'abeille européenne, à la couleur brune foncée et le corps couvert de duvet très court.

- L'abeille Egyptienne (*Apis mellifica demarcku*) considérée comme intermédiaire entre l'abeille Africaine et Européenne. Elle a un abdomen rayuré de duvet blanchâtre.

- Abeille de Madagascar (*Apis mellifica unicolor*) répandue seulement à Madagascar, elle est petite et possède un abdomen noir

#### **a.2.Abeilles du moyen orient, ce groupe englobe :**

\* Abeille chipriote (*Apis cypria*), a une taille de l'italienne et elle est de couleur jaune précédemment appréciée pour sa bonne production.

\* Abeille iranienne (*Apis mellifica meda*), ressemble à l'abeille jaune caucasienne.

\* Abeille syrienne (*Apis mellifica syriaca*).

#### **a.3.Abeilles mellifères européenne**

Elle est répandue dans le monde entier pour ces qualités

- L'abeille brune Européenne (*Apis mellifica mellifica*),

- L'abeille caucasienne (*Apis mellifica caucasica*), originaire du sud de la Russie.

- L'abeille italienne (*A.m. ligustica*)

- L'abeille carniolienne (*A.m. carnica*); Cette abeille est originaire des Balkans.

### **b. Sélection**

La sélection, que ce soit pour l'abeille à miel ou un autre animal domestique, consiste à rechercher et à choisir les individus possédant des caractéristiques et des aptitudes que l'on désire retrouver dans sa descendance. Un des buts de la sélection est de maintenir les qualités d'une sous-espèce en essayant de diminuer ses défauts. Vu la difficulté de contrôler les accouplements chez les abeilles, il existe beaucoup de colonies hybrides, aussi dites croisées. Maintenir des lignées de race "pure" demande des précautions et un effort particulier (**Gerster, 2019**).

#### **b.1.Quelle abeille choisir ;**

Toutes les sous-espèces présentent des défauts. Certaines seront plus agressives, d'autres essaimeront plus volontiers. Certaines races ont une tendance à la dérive ou au pillage, ou résistent

moins bien à certaines maladies. Il est conseillé de se renseigner sur les sous-espèces d'abeilles présentes dans les ruchers environnants. En effet, il est judicieux de tenir compte des races logées dans un rayon de 3 km autour de votre rucher afin de minimiser les risques de croisements lors des fécondations de reines au rucher

## **b.2. Critères de sélection**

Le résultat des mesures morphologiques permet donc à l'éleveur de savoir quelles reines sont pures et se prêteront à un futur élevage. L'apiculteur utilisera évidemment également des critères de performance et tiendra compte de ses appréciations du comportement des colonies pour décider sur quelle souche baser ses élevages. Des critères de sélection possibles sont par exemple:

- la douceur
- le rendement en miel
- la faible tendance à l'essaimage
- la tenue du cadre
- le développement printanier
- la résistance aux maladies...

L'importance donnée à chaque critère dépend du programme d'élevage et de l'apiculteur. De plus, les différents critères ne sont pas indépendants. Il n'existe pas un seul gène contrôlant la douceur de la colonie par exemple. Ce trait de caractère est influencé par plusieurs gènes. Evidemment ces gènes auront aussi une influence sur d'autres caractéristiques. Le travail de sélection est donc un travail de longue haleine: en plus d'un peu de stratégie et de chance, il faut de l'endurance, de la patience et de la passion. (Gerster, 2019).

## **c. Amélioration génétique**

Les abeilles peuvent être améliorées dans le but de la réalisation des performances élevées pour les caractères d'intérêt. L'amélioration génétique peut être réalisée par: l'élevage en race pure ou l'élevage en croisement. (Boujenane, 2014)

Un plan d'amélioration génétique doit commencer par la connaissance des races qu'on souhaite améliorer et par le choix des caractères d'intérêt à améliorer : le rendement en miel, la douceur, la tenue du cadre, la tendance à l'essaimage, la résistance aux maladies... Cependant, il ne faut pas perdre de vue que plus le nombre de caractères à améliorer est réduit, plus le progrès génétique réalisé est élevé. De même, en raison de la vie en société des abeilles, la colonie (reine et ses descendants qui sont les ouvrières et les bourdons) est l'unité sur laquelle le plan d'amélioration est basé.

### ✓ **Elevage en race pure**

Est pratiqué par les éleveurs des reines car la sélection des reines est un moyen simple pour améliorer certains caractères. Deux années complètes sont nécessaires pour évaluer une génération de reines : l'année de l'introduction des reines et l'année d'après où s'exerce la sélection. Afin de réussir le plan de sélection, il faut éviter les accouplements des reines avec les bourdons externes à la population. Pour cela, l'accouplement et la sélection se font au sein d'une petite population fermée ou station de fécondation, qui est un endroit où la topographie et d'autres facteurs réduisent l'impact des bourdons non inclus dans le plan de sélection. La majorité des plans de sélection se base sur la sélection massale avec un testage sur descendance. La procédure générale consiste à élever des reines à partir des meilleures colonies. Pour faire une évaluation objective, les reines sœurs issues du même accouplement (groupes de testage) sont réparties sur plusieurs ruchers de testage (réseau de testage). Ceci permet de mettre en condition de production les filles d'une reine afin de connaître le plus précisément possible le potentiel de la reine en sélection ; c'est le testage sur descendance. De plus, ce testage doit être effectué sur des colonies d'abeilles (les filles de souches) élevées dans des sites où la végétation est diversifiée et placées loin les unes des autres. Sur ces colonies, on effectue un contrôle de performances, c'est-à-dire le recensement de l'expression phénotypique de caractères à améliorer. Une note est affectée à chaque colonie pour le caractère considéré. Les données collectées sont ensuite analysées et les colonies sont évaluées génétiquement. Une fois que les colonies sont évaluées, les meilleures colonies sont sélectionnées et vulgarisées (Boujenane, 2014)

Avec l'élevage en race pure, la consanguinité est inévitable. Ce qui diminue la vigueur de la population et le taux d'éclosion à travers l'augmentation de l'homozygotie au locus sexuel. Ceci explique la raison pour laquelle les apiculteurs sélectionneurs sont incapables d'établir une race supérieure d'abeilles. En effet, la méthode consistant à sélectionner les meilleures reines et à les accoupler avec les mâles qu'elles produisent, qui a été utilisée avec succès chez les espèces d'élevage classiques, ne peut être appliquée chez les abeilles, car l'accouplement d'une reine avec les bourdons de la même colonie aboutit à une faible éclosion. Pour assurer une bonne qualité des abeilles, l'apiculteur opte pour l'introduction de nouveaux génotypes et l'utilisation d'un nombre élevé de géniteurs à chaque génération.

L'élevage en croisement a lieu lorsque des souches consanguines ou des races sont croisées. Il est plus compliqué que l'élevage en race pure. L'élevage en croisement peut inclure 3 ou 4 races. L'utilisation du croisement chez les abeilles est une approche très intéressante. Il permet de corriger les caractères qui font défaut chez une souche (reine mère) en favorisant son accouplement avec les mâles des autres souches ayant le caractère désiré. De plus, l'intervalle de génération des abeilles étant court favorise l'utilisation des croisements

### **Insémination artificielle (IA)**

L'abeille est le seul insecte qui peut être inséminé instrumentalement. Ce qui permet aux sélectionneurs de contrôler les accouplements entre les reines et les bourdons. L'IA permet deux aspects importants qui ne sont pas possibles avec les reines accouplées naturellement : - Les reines peuvent être accouplées à un seul bourdon, ce qui simplifie la sélection sur des

caractères spécifiques ; - Les reines peuvent être accouplées à des centaines de bourdons, ce qui maintient la variabilité génétique. Pratiquement, le sperme est extrait à partir de centaines de bourdons de différentes colonies, il est mélangé ensemble, puis il est utilisé pour inséminer plusieurs reines. Ces reines sont dites en anglais 'supermated queens' ; elles ont une viabilité élevée du couvain du fait de la diversité élevée des allèles sexuels, ce qui permet d'avoir plus d'abeilles dans les colonies. Ainsi, l'IA offre de nouvelles opportunités pour développer et maintenir des souches sélectionnées d'abeilles d'un intérêt particulier et qui pourront, en cas de besoin, être croisées pour assurer une grande variabilité dans la population. Les bourdons utilisés en IA sont sélectionnés à partir des souches exprimant des caractères désirables, comme la résistance aux maladies, la production élevée, la docilité...(Boujenane, 2014)

## **D.Production et l'élevage des essaims**

### **1. Produits de l'abeille**

#### **1.1.Miel**

Le miel est le plus connu d'entre eux. Il provient du nectar (Alphandery, 1992) (ou du miellat) ayant subi un assèchement important et une transformation des sucres contenus (hydrolyse du saccharose par une enzyme, la gluco-invertase, donnant du glucose (assimilable) et du fructose) (Philippe, 1993). Il est très apprécié pour la saveur sucrée, la valeur nutritionnelle et son rôle thérapeutique avec des propriétés laxatives et désinfectantes (Loiriche, 1986). Ces dernières étant dues à l'acide formique qu'il contient, et il est indiqué dans les affections digestives du foie, de la circulation et du système nerveux.

##### **1.1.1. Vertus thérapeutiques**

De tout temps, le miel est consommé pour combattre l'asthme, et le coma diabétique. Il est connu pour ses vertus soporifiques « endormir » et sa valeur énergétique, intéressante pour les performances physiques. Le fructose est en effet très rapidement absorbé par l'organisme, sans intervention de l'hormone insuline. Liquéfié, le miel agit, nature ou incorporé dans une boisson, contre la toux et le mal de gorge. C'est l'application la plus importante du miel dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique, du fait notamment de la présence de flavonoïdes et de propolis dans le miel. Appliqué sur les brûlures et les plaies car c'est un agent osmotique, ayant une action désinfectante et cicatrisante. Le peroxyde d'hydrogène libéré en diluant le miel désinfecte les plaies mais a un effet « corrosif ». Pour atténuer cet effet, le miel est mélangé à une quantité égale d'huile, de beurre ou autre graisse. A mesure que la plaie guérit, on réduit le pourcentage de graisse. Le miel est par ailleurs prescrit pour renforcer la résistance au rhume des foins et à l'allergie au pollen parce qu'il contient une quantité infime de pollen. Il est particulièrement recommandé d'utiliser dans ce cas le miel de la région où l'on vit (**Mutsaers et al, 2005**)

Malheureusement, beaucoup de miels frelatés sont sur le marché. Ils sont issus de mélanges de miel avec du glucose ou avec des sirops de mauvaise qualité, ayant une teneur en eau élevée, et obtenus à partir de cellules non operculées.

## Remarque

Tous les miels sont liquides au début, mais au fil du temps, ils ont tendance à se cristalliser et devenir de plus en plus solide. Quand vous achetez un pot de miel qui est déjà cristallisé, cela veut dire que le miel est pur et de bonne qualité !

Pour le miel liquide, vous pouvez attendre quelques jours pour voir s'il se solidifie, ou vous pouvez le mettre au réfrigérateur pour accélérer ce processus. Quand le miel ne durcit pas, il y a de fortes chances que le miel soit de mauvaise qualité.

Pour savoir si le miel est pur, voici quelques astuces :

- Vous prenez une cuillère à café de miel et placez-la dans un verre d'eau. Si le miel se dissout, cela veut dire qu'il n'est pas pur. Le miel pur doit rester solide comme un bloc lorsqu'il plonge dans de l'eau.
- Prenez un peu de miel et mélangez-le à de l'eau. Ajoutez-y quatre ou cinq gouttes d'essence de vinaigre. Si vous voyez que cela mousse, le miel peut être frelaté avec de la craie.
- Prenez un peu de miel dans une cuillère et retournez-la. Les miels qui sont très humides tomberont rapidement. Les miels d'âge mûr, de bonne qualité, resteront sur la cuillère ou tomberont très lentement.

### 1.1.2. Types de miel

Il existe plusieurs catégories, types ou origines du miel. Les classements peuvent se faire selon la saison, l'origine géographique, les sources de nectar ou de miellat. Tous les miels sont tonifiants, antiseptiques et cicatrisants. A ces facultés générales, chaque miel allie les vertus médicinales de la fleur dominante dont il provient. Il existe donc des miels spécifiques préconisés pour les différentes affections.

#### 1.1.2.1.Saison

Il existe celui du **printemps** : de couleur claire, très doux au parfum subtil et délicat, butiné en majorité sur fleurs d'acacia, de buis, de romarin, de tilleul et toutes fleurs d'arbres fruitiers. Et celui **d'été** : produit sur toutes les fleurs que l'on trouve en été, il réunit les saveurs et les qualités d'un grand nombre de plantes : lavandes, tournesols, etc. ... Délicatement parfumé, il présente des colorations allant du jaune doré au brun foncé.

#### 1.1.2.2.Origine du nectar ou du miellat

Le **miel toutes fleurs** "polyfloral" provient de la collecte de nectar d'une grande variété de fleurs et le miel **monofloral** est issu principalement d'une variété florale dominante. On considère qu'un miel est monofloral s'il provient d'une seule et même variété à 80 %.

#### 1.1.2.3. La région

Par exemple le miel de montagne, butiné sur les prairies d'altitude avant la fauchaison, il réunit les saveurs et les qualités d'un grand nombre de plantes. Délicatement parfumé, il présente des

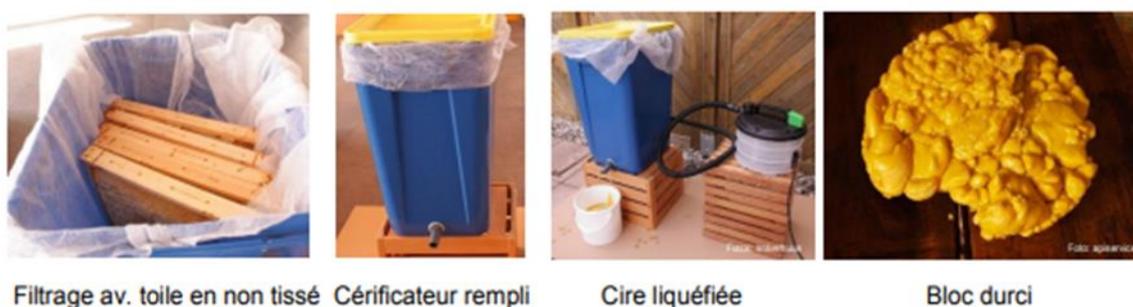
colorations allant du jaune doré au brun foncé. C'est un miel aromatique au goût prononcé. Il est recommandé dans le traitement des maladies pulmonaires, des infections intestinales et urinaires. Sa couleur varie du clair au foncé en fonction du pourcentage de miellat de chêne et de buis.

## 1.2.Cire

La cire est une matière grasse (comprend des acides gras) (Jeanne, 1970) provenant de glandes situées sur la face ventrale de l'abdomen des ouvrières (Dechaume- Moncharmont, 2003). Elle est utilisée pour la construction des innombrables cellules hexagonales qui composent les rayons contenant le miel, le pollen mais aussi les œufs, les larves et les nymphes des abeilles à naître. Elle est introduite également en médecine, en pharmacie et en cosmétique.

Les cires de rayons naturels, d'opercules, de cadres de hausse et de corps triés peuvent être fondues et transformées en nouvelles feuilles de cire gaufrée. Si des cadres de couvain sont entrés en contact avec des produits antivarroa synthétiques liposolubles, ils doivent être retirés des colonies, emballés hermétiquement et éliminés avec les ordures ménagères ou utilisés pour la production de bougies.

Ils existent des cérificateurs solaires pour de petites exploitations, et à vapeur. Ce dernier est équipé d'une grille fine ou d'une toile en non tissé pour retenir des impuretés. La cire est liquéfiée dans le cérificateur, puis guidée dans un seau contenant un peu d'eau chaude (env. 10 cm suffisent). De par l'eau chaude, la cire se refroidit lentement et les particules en suspension se rassemblent dans la partie inférieure de la cire.



**Figure 30:** Cérificateur à vapeur

La cire d'abeille a de multiples applications, elle est utilisée dans l'apiculture et la production de miel par la fabrication de la cire gaufrée utile à la production de nouveaux rayons et cadres. Utilisée comme agent de fusion et lubrifiant dans l'industrie et l'artisanat, et les cosmétiques en tant qu'émulsifiant et agent de liaison pour les huiles et graisses devant fondre doucement. Elle peut entrer dans la composition de produits alimentaires. La cire contenue par exemple dans le miel de rayon ou dans les bonbons est consommée mais non digérée et fonctionne comme un agent de charge. En ce sens, elle facilite le transit dans le tube digestif et l'estomac mais elle est elle-même expulsée sans avoir été assimilée. La cire est prescrite dans les affections rhumatismales pour sa chaleur constante. Les kinésithérapeutes et masseurs appliquent de la cire pure et chaude en compresse sur les muscles et articulations. Son effet de régulateur

thermique et apaisant est favorable par exemple à la guérison des pieds et talons crevassés (Mutsaers et al., 2005) .

### **1.3. Gelée royale**

La gelée royale, produit issue de glandes placées dans la tête des ouvrières entre le 5<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour de leur existence (nourrices).

Cette substance blanchâtre nacré, à consistance gélatineuse, de saveur acide et très sucré. Elle est utilisée pour nourrir :

- Exclusivement toutes les larves de la colonie, sans exception (Ravazzi, 2007), de leur éclosion jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour de leur vie.
- Des larves choisis pour devenir reines jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour.
- De la reine de la colonie pendant toute la durée de son existence à partir du jour ou elle quitte la cellule royale (de Wilde et Beetsma, 1982).

La gelée royale se compose de : 4.5% de lipides, 14.5% de glucides (plus de glucose et de fructose que d'autres...), de 13% de protides (AA à l'état libre ou combiné) et également de l'eau (66%). Et de 2% d'autres substances.

Elle est très riche en pro-hormones (précurseurs des hormones humaines), vitamines, minéraux, enzymes et substances ayant un rôle antimicrobien. Elle contient également tous les acides aminés essentiels et des acides gras antitumoraux, des enzymes et coenzymes. Un peptide proche de l'insuline.

La gelée royale augmente la concentration mentale, elle stimule la formation osseuse et la minéralisation de la matrice osseuse. C'est un bon complément alimentaire, et utilisé aussi dans les traitements cosmétiques

La gelée royale est recommandée en cas de troubles de l'intestin, du foie et de la digestion, d'hypertension, d'anorexie et d'amaigrissement, de fatigue, d'apathie, d'insomnies, pendant la grossesse ou encore en cas de problèmes liés à la ménopause, au vieillissement, et au sport. C'est un produit tonifiant ou fortifiant. Elle s'absorbe pure ou mélangée à du miel. Dans de nombreux pays, elle entre également dans la composition de boissons énergétiques.

L'apithérapie propose ordinairement des gélules de gelée royale séchée. Elle est également utilisée sous forme de crèmes et de baumes à usage externe car elle nourrit bien la peau. Elle a enfin un effet stimulant sur la formation de tissus sains et sur la pousse des cheveux. (Mutsaers et al., 2005)

### **1.4. Venin**

Le venin est sécrété par deux glandes produisant des substances, l'une alcaline et autre acide (Bogdanov, 2016), dont la qualité varie de 0.1 à 0.3 mg. Il contient de l'eau, de l'histamine, de la mellitine et des enzymes.. Il permet aux abeilles de se défendre. Entre dans la fabrication de quelques médicaments (rhumatismaux).

Il est à noter que toutes les substances citées ci-dessus sont utilisées par l'homme, directement ou indirectement, à des fins alimentaires, pharmaceutiques ou domestiques.

Chez des personnes non-allergiques le venin d'abeille stimule l'afflux de sang dans les tissus et la perméabilité des membranes cellulaires. Les vaisseaux se dilatent et la tension baisse. Il assouplit les muscles et apaise les douleurs musculaires grâce à l'acide lactique qui se répand dans les tissus. Le venin stimule la production de cortisone, une hormone du cortex surrénal qui influe sur le système nerveux (Mutsaers et al., 2005).

Vidéo sur les produits de la ruche <https://www.youtube.com/watch?v=KEaE46Ea2Sw>

### **E. Quelques pathologies répandues**

Certaines mauvaises pratiques apicoles associées ou non à différents facteurs sont responsables de l'affaiblissement et de l'apparition des pathologies. Les facteurs majeurs responsables sont classés en 4 grandes catégories;

- 1-Les agents biologiques: maladies infectieuses (bact, champ, virus...), parasites, prédateurs...
- 2-L'appauvrissement de l'environnement lié aux changements climatiques et l'intervention de l'homme (influence de la qualité et la quantité de l'alimentation) ...
- 3-Les agents chimiques (exposition à la pollution), les résidus des pesticides ...
- 4-Les mauvaises pratiques apicole

#### **1. Facteurs environnementaux favorisant l'apparition des maladies**

Les modifications de l'environnement, naturelles ou anthropologiques peuvent avoir des conséquences sur la santé de l'abeille (Vidal-Naquet, 2012b).

##### **\* Le climat**

Les changements climatiques peuvent altérer les colonies d'abeilles. Les températures basses, les périodes de pluies ou de vents violents entraînent des confinements et ont des influences directes néfastes sur le couvain (Dustmann & Von Der Ohe, 1988). Ce qui favorise l'apparition de certaines maladies.

##### **\* L'alimentation**

Selon Sommerville (2001), une alimentation de qualité assure le bon développement du couvain. L'extension des monocultures et le manque de la biodiversité peuvent avoir une carence des abeilles en certains nutriments « acides aminés », préjudiciable à leur santé.

##### **\* L'homme et les pratiques apicoles**

La gestion zootechnique des ruchers (nourrissement, transhumances, préparation et gestion de l'hivernage), la gestion du matériel apicole sont des éléments clés de l'équilibre sanitaire.

## \*L'homme et les pratiques agricoles

Les abeilles sont d'indispensables insectes pollinisateurs et de ce fait, sont sensibles aux pesticides utilisés sur les cultures. D'après Gregorc et Ellis (2011); les pesticides provoquent des altérations morphologiques aux stades immatures, des troubles de butinage (Yang et al., 2008) et de comportement, ainsi qu'une augmentation de la mortalité du couvain avec réduction de la consommation de nourriture (Ramirez-Romeo et al., 2005). Alaux et al. (2010) ont trouvés que les pesticides peuvent stresser et réduire la résistance aux agents pathogènes tels que *Nosema* sp.

## **\*Agents toxiques et intoxications**

Vidal-Naquet (2012a) a avancé que l'intoxication des abeilles s'effectue par contact, au travers de la cuticule, par ingestion ou par inhalation. Les insecticides agissent sur le système nerveux, sur les mécanismes de la respiration cellulaire et/ou sur la croissance.

Lien de la vidéo : Comment déterminer si ma colonie est malade et l'origine des troubles observés? <https://www.youtube.com/watch?v=CFVaArdRAAk&feature=youtu.be>

### **1.1.Maladies courantes**

#### **1.1.1. La varroase**

Une des maladies des abeilles les plus graves (El Toufalia et al., 2014), elle est contagieuse entre les ruches d'un rucher atteint ( Vidal-Naquet, 2012a) mais aussi pour toutes les ruches présentes dans un rayon de 2-3 km autour de ce rucher. L'infestation peut passer longtemps inaperçue, car la majorité des varroas sont cachés dans le couvain.

- **Agent causal:** *Varroa destructor* (acarien, parasite), principal ennemie des abeilles (Ballis, 2016). Il se nourrit du sang de l'hôte. La femelle fondatrice infeste le couvain ouvert pour se reproduire. Les adultes aussi. Il propage et inocule de nombreux virus (Guzmán-Nova et al., 2010)



Figure 31 : *Varroa destructor* <http://apicantal.fr/dangers-de-deuxieme-categorie/varroa-destructor/>

## - **Symptômes**

1- Lésions sur les nymphes (males et femelles aux ailes déformées (Charrière et al., 2012) ce qui va baisser les capacités de vol, disparition des pattes, raccourcissement de l'abdomen (typique)

2-Couvain operculé mort avec des trous dans les opercules (typique) et est mal organisé.

3- Diminution de la production de la gelée royale,

4- Baisse du travail dans la ruche,

5- Baisse de fertilité des faux bourdons,

6- Baisse de poids (30%) et baisse d'espérance de vie des ouvrières (Bowen-Walker & Gun (2001), van Dooremalen et al (2012)).

7- Affaiblissement des défenses immunitaires (Chen et al., 2006).

Lien de vidéo sur la destruction de la colonie par Varroa Destructor <https://www.youtube.com/watch?v=LtcOFRr2miY>

## - **Pratiques de lutte**

Plancher aéré

Elimination du couvain des males

Lutte annuelle (après récolte d'été) indispensable à l'aide de médicaments homologués (AMM)

Pièges à varroas

Suivi des chutes naturelles.

### **-Les traitements contre le varroa :**

- Apivar, efficacité 98,2% (Amitraze)
- Bayvarol®: 41.55 %

### **1.1.2. Acariose Tropilaelaps**

- Maladie contagieuse. L'agent responsable c'est un acarien « Tropilaelaps clareae », parasite externe du couvain operculé (OIE, 2005).

Il se reproduit abondamment dans les alvéoles des males et se nourrit des larves. Il provoque des malformations chez les abeilles. Les dégâts sont similaires à ceux de Varroa.

### **-Symptômes :**

Les signes cliniques sont semblables à ceux de la varroase:

- Ailes et pattes déformées et raccourcies
- Abdomen déformé
- Opercules avec de petits trous
- Couvain en mosaïque (couvain irrégulier), Couvain et abeilles mortes
- Il est possible de voir des abeilles rampantes à l'entrée de la ruche (OIE, 2005)

#### **-Traitement**

- D'après Oie (2005), des traitements à base d'acaricides permettent de contrôler les populations de *T. clareae* sans qu'il soit pour autant possible de l'éradiquer d'un territoire une fois introduit.
- Enlever la source de nourriture au parasite. En séparant la reine de la colonie pendant quelques semaines, l'absence de couvain entraînera la mort de l'acarien

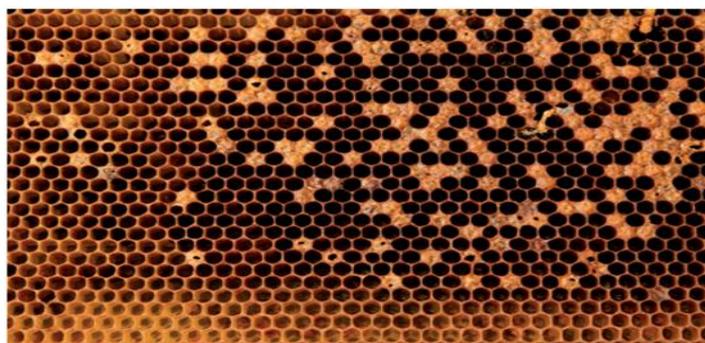
### **1.1.3. Loque américaine**

Classée avec la varroase de point de vue gravité et contamination entre les ruchers. Elle est transmissible à l'homme. Susceptible de la rencontrer toute l'année et présente dans le monde entier (Prost et Le Conte, 2005) et peut détruire une colonie entière (Allipi et al., 2004).

- **Agent causal:** *Bacillus larvae* (*Paenibacillus Larvae*) (résistante grâce aux spores); bactérie très virulente et contagieuse qui infecte le couvain operculé ((Hansen & Brødsgaard, 1999)

#### **- Symptômes**

- Couvain en mosaïque (irrégulier) (Fernandez et Coineau, 2007); opercules affaissées (tassés), souvent percés, les larves sont visqueuses, à odeur caractéristique désagréable (ammoniacale..) (Vidal-Naquet, 2010).
- Les larves marrons (brun-jaune), voire noires, en forme d'écailles sèches (Faucon, 1992), elles se transforment en masse visqueuse (Prost et Le Conte, 2005).
- Colonie faible, +/- dépeuplée



**Figure 32:** Couvain en mosaïque, irrégulier, avec des alvéoles vides (ruche fortement atteinte de loque américaine (Vidal-Naquet, 2012)



**Figure 33:** Masse brune claire dans la cellule formant un fil (photo K. Ruoff) (Charrière et al., 2012)

- **Prévention et traitement**

- o Examen régulier des ruches
- o Déclaration obligatoire. lutte collective
- o Transvasement ou destruction du matériel infecté par le feu (bruler les cadres du couvain)
- o Prophylaxie, désinfection du matériel (Adjlane, 2012)
- o Eviter le changement du matériel d'une ruche à une autre.
- o Traiter les ruches saines avec l'oxytetracycline du sirop de 50%

**1.1.4. Nosébose (diarrhée jaune)**

- Une maladie contagieuse, se développe souvent au printemps et qui touche l'abeille adulte, provoquée par un champignon protozoaire (*Nosema apis*, *Nosema Ceranae*) (Kilani, 1999), se trouvant dans l'abdomen (intestins) des abeilles (Barour, 2012).

- **Symptômes**

- \* Traces de diarrhées sur le corps de la ruche et de constipation (OIE, 2008 a)
- \* Affaiblissement de colonies ((Higes et al. 2007) et réduction de la durée de vie « mortalité autour de la ruche » (Fries (2010), Mayack et Nuag (2009)), dépopulation
- \* Paralysie partielle des pattes et des ailes : abeilles grim pant aux brins d'herbe « trainantes », incapables de voler (Fries (1988), Kralj et Fuchs (2010)).
- \* Abeilles à l'abdomen gonflé.
- \*Encombrement anormal au trou de vol



**Figure 34:** Symptômes cliniques sur des cadres de dysenterie typique pour *Nosema apis*  
(Photo Bee Research, ALP) (Charrière et al., 2012)

#### - Facteurs favorisants

D'après Vidal-Naquet (2012) ; divers facteurs extérieurs favorisent l'apparition de la maladie parmi les :

- Hivers longs et humides (pauvre apport alimentaire) et le retour brutal de ceux-ci
- L'hivernage sur miellat
- L'absence de prophylaxie

#### -Mesures de lutte et prévention

- Maladie à déclaration obligatoire
- Changer les reines tous les 3 ans pour avoir des abeilles robustes
- Renouveler les cadres régulièrement. Les désinfecter avec de l'acide acétique (T entre 20 et 25°C dans un local bien aéré. Ou brûler carrément les cadres souillés par les déjections.
- Aérer les hausses et les cadres avant de les replacer sur les ruches.
- Réunir les colonies faibles
- Éviter les nourrissements tardifs /le miellat, limiter les carences protéiques: lutter contre les varroas.
- Transvaser les colonies moins fortement touchées
- Désinfecter minutieusement le matériel (Vaillant, 1989)
- Traitement à l'antibiotique fumidil (fumagiline) mélangé avec le sirop de sucre (Adjlane, 2012)

### 1.1.5. Loque européenne

- Maladie infectieuse contagieuse (mais pas à déclaration obligatoire comme l'américaine). Provoquée par une bactérie « *Melissococcus pluton* » (Vidal-Naquet, 2012). La loque, est une altération du couvain à tous les stades de son développement, elle est favorisée par une carence en protéines (Alippi, 1999). La propagation peut être par :

- Pillage des ruches affaiblies (Invasion d'une ruche par des abeilles étrangères pour prendre du miel)
- Echange de cadres ou hausses contaminés entre ruches
- L'utilisation d'outils contaminés ou éléments de ruches insuffisamment désinfectés.

#### - Facteurs favorisants

- Colonies faibles
- Temps humide et froid
- Carences en pollen et protéines (manque de biodiversité)
- Pression parasitaire (forte infestation) du *Varroa*

#### -Symptômes

/Mort du couvain (la larve meurt avant operculation ou tout juste après). Larves mortes de couleur brun-jaune (Adjlane, 2012), à l'extrémité de l'intestin moyen, on peut apercevoir un grumeau jaune sale, au travers de la peau du dos.

/Faiblesse de la colonie, couvain irrégulier, en mosaïque (Shimanuki & Knox, 2000)

/Larves en position anormale dans l'alvéole (affaissées)

/Odeur spécifique des larves malades (de vinaigre, parfois de matière fécale)

/Écailles loqueuses (résidu des larves brun foncé à noires), facilement détachables des alvéoles

/Opercules aplatis ou affaissés, percés et/ou déchirés (dans certains cas particuliers)

/Résidu genre laque de couleur noire sur la partie interne de l'opercule



**Figure 35:** Larves infectées par la loque européenne à divers états de décomposition (Photo K. Ruoff) (Charrière et al., 2012)

#### - **Prévention**

- Eviter le nourrissage avec du miel ou du pollen contaminé
- Renouvellement régulier des cadres
- Minimiser les risques d'humidité et de carences alimentaires
- Détruire les colonies et nettoyer le matériel (Belloy et al., 2007), par le soufre ou tout autre moyen, de brûler les rayons et de flamber sérieusement les parois de la ruche ou, mieux, de les plonger dans une eau javellisée.
- Faire un contrôle sanitaire régulier et réagit rapidement.

#### -**Traitement des loques**

Les loques sont traitées par une antibiothérapie dans plusieurs pays. Cependant du fait, de la sporulation de *P. larvae*, ce traitement « blanchit » les colonies (Vidal-Naquet, 2012) et d'après Alippi et al (2007) ; il favorise les phénomènes d'antibiorésistance. Les limites maximales de résidus (LMR) des antibiotiques et le temps d'attente n'ont pas été définis pour le miel ni pour les autres productions de la ruche, ce qui en interdit leur prescription (Vidal-Naquet, 2012).

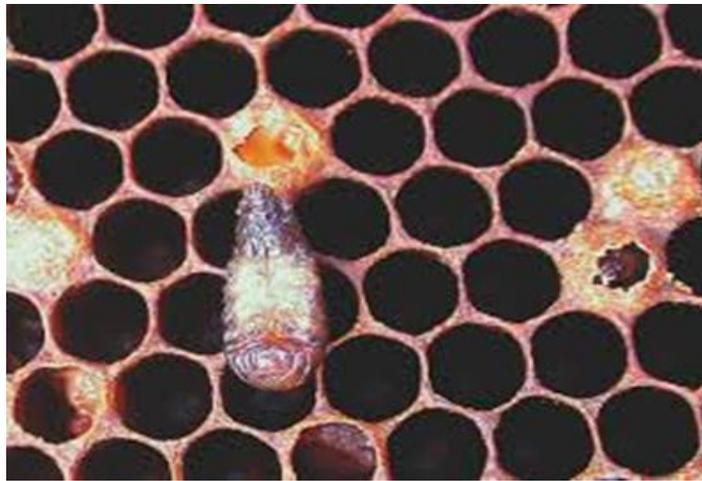
#### **1.1.6. Couvain sacciforme**

- Le facteur responsable est un virus nommé de « Sacbrood Bee Virus (SBV) » (Tentcheva et al. 2004).

La maladie est contagieuse, généralement elle touche le couvain operculé, entraînant des mortalités de pré nymphes.

- **Symptômes** : d'après Charrière et al (2012) :

- Le couvain lacunaire.
- Les pré-pupes mortes de couleur jaunâtre, deviennent ensuite brunes puis noires. Elles restent sur le dos. La tête est incurvée le long du ventre.
- Cellules de couvain operculées avec l'opercule enfoncé, déchiré ou de couleur foncée.
- Dans le cas des momies fraîches, on trouve entre la cuticule et la masse corporelle un liquide clair. On peut sortir la larve en forme de sac de la cellule (Adjlane, 2012), mais la peau qui forme ce sac est très fragile (Figure 23).
- Les momies du couvain sacciforme sèches, brun foncé à noir ont une forme de gondole ou de petit bateau. Elles se détachent facilement du fond de la cellule.



**Figure 36;** Larve morte en forme typique de sac

([https://www.fnosad.com/fiches-pratiques/le\\_couvain\\_sacciforme.pdf](https://www.fnosad.com/fiches-pratiques/le_couvain_sacciforme.pdf))

- **Comment prévenir**

D'après Dainat et al (2008), le seul moyen de prévenir les infections virales est d'en limiter la propagation, par une gestion sanitaire efficace des ruchers (Désinfection du matériel, ne pas laisser de cadres ou ruches à l'abandon)

Ne garder que des colonies fortes pour l'hivernage...)

Traiter les colonies contre Varroa.

Eviter les carences alimentaires

Lien d'une vidéo sur les mesures de lutte <https://www.youtube.com/watch?v=ObUbt-tHknKM&feature=youtu.be>

## **2. Ennemis et prédateurs des abeilles**

Les abeilles et leurs produits sont une cible pour divers prédateurs, des arthropodes, des rongeurs et de nombreux oiseaux mellivores non exclusifs.

### **2.1.Fausse teigne**

Les arthropodes « lépidoptères » : *Galleria mellonella* (grande fausse teigne) et *Achroea grisella* (petite fausse teigne) se nourrissent des rayons de cire et de leurs contenus, sont responsables de dégâts importants dans les ruches (Ben Hamida, 1999) notamment faibles.

L'insecte pond des œufs entre les fissures des cadres, après éclosion et transformation en larves, nymphes enfin en insecte parfait quittant la cellule et diffusant la maladie à d'autres cellules.

Cette maladie touche les colonies faibles et le matériel et accompagne la varroase et la loque.

#### **- Symptômes**

Présence de tissu de soie sur les alvéoles (Aymé, 2014).

La larve d'abeille ne pourrait plus tisser le couvercle de son cocon (par manque de profondeur dans sa cellule)

#### **- Prévention et traitement**

D'après Aymé (2014), la prévention peut s'effectuer par:

Contrôle des ruches faibles avec possibilité de les fusionner et de les alimenter afin de les maintenir fortes.

Stockage des hausses et les cadres permettant un courant d'air, ou congélation des cadres

Vapeur de soufre (anhydride sulfureux) pour les cadres et faite un équilibre entre les cadres et le nombre des abeilles.

Traitement du matériel entreposé

### **2.2.Fourmis**

Les fourmis sont opportunistes et peuvent s'attaquer aux colonies faibles. Elles sont friandes de miel mais s'attaquent aussi aux larves et nymphes (Paterson, 2008). On peut lutter contre les fourmis en isolant les pieds des ruches, par exemple dans de l'huile pour les empêcher de monter dans la ruche

### **2.3.Aethina tumida**

- Appelé Petit Coléoptère des ruches, c'est un prédateur des ruches, son expansion est mondiale. Il provoque des dégâts importants et des pertes économiques majeures (Oie, 2008 b) du fait des échanges internationaux.

Selon Aymé (2014) ; la lutte est très difficile. Un traitement à base d'insecticides non nocif pour les abeilles mais posant le problème des résidus dans les produits de la ruche ainsi que pour l'environnement. Par ailleurs, d'autres milieux sont propices pour la reproduction des adultes, les fruits sont une ressource de nutrition, ce qui rend difficile son éradication

## Références bibliographiques;

- Abaab. A, Bedrani ET. S, Chiche. J, 1995 : Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb. Les agricultures Maghrébines à l'aube de l'an 2000. Options Méditerranéennes. PP 155-159.
- Adamou A et Faye B 2007 L'élevage camelin en Algérie: contraintes et perspectives de développement. Cahiers du CREAD n°79-80, 77-97, <http://revue.cread.dz/index.php/les-cahiers-du-cread/article/view/418>
- Addou S., Youcef N., Belmaloufi M., Kheroua O., 2007. Identification et caractérisation des bactéries pathogènes dans l'intestin des souris Balb/C immunisées à la  $\beta$ -lg et l' $\alpha$ -lac bovine et nourris au lait de chamelle. Revue Française d'allergologie. 61(4): 234
- Adjlane N., 2012. Etude des principales maladies bactériennes et virales de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* dans la région médio-septentrionale de l'Algérie. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El-Harrach- Alger.133p.
- Alaux C, Brunet JL, Dussaubat C, Mondet F, Tchamitchan S, Cousin M, et al., 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). Environmental Microbiology 12 : 774-82
- Alippi, A.M. 1999. Bacterial diseases. In *Bee Disease Diagnosis*, Options Méditerranéennes, 25, série B (ed M. E. Colin, B. Ball, M. Kilani), pp.31–55. CIHEAM, Saragosse.
- Alippi, A.M., Lopez, A.C., Reynaldi, F.J., Grasso, D.H., Aguilar, O.M., 2007, Evidence for plasmid-mediated tetracycline resistance in *Paenibacillus* larvae, the causal agent of American Foulbrood (AFB) disease in honeybees. Veterinary Microbiology. 125(3–4): 290–303.
- Alphandery R., 1992. La route du miel (le grand livre des abeilles et de l'apiculture). Ed Nathan. Paris France: 254p
- Adam, 2010. La biologie de l'abeille. Ecole d'apiculture sud-Luxembourg. 26p.
- Agrawal R.P., Swami S.C., Beniwal R., Kochar D.K., Sahani M.S., Tuteja F.C., Ghouri S.K., 2003. Effect of camel milk on glycemic control, risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: a randomised prospective controlled study. J. Camel Res. Pract., 10, 45-50
- Agrawal R, Jain S, Shah S, Chopra A and Agrawal V 2011 Effect of camel milk on glycemy control and insulin requirement in patients with type 1diabetes: 2- years randomized controlled trial: *European Journal of ClinicalNutrition*65, 1048–1052, September, 2011, <https://www.nature.com/articles/ejcn201198>
- Ameisen J-C., 2019. Conférence-débat Abeilles, merveilleuses abeilles de Jean-Claude Ameisen

- Aymé, A., 2014. Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 147 p.
- Ballis A. 2016. Mémento de l'apiculteur. Un guide sanitaire et réglementaire. Chambre d'agriculture d'Alsace. 168p.
- Barour, C., 2012. Analyse de la Biodiversité des Populations d'Abeilles Mellifères *Apis mellifera intermissa* (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera : Apidea) dans le Nord Algérien : Morphométrie Moderne Basée sur la Configuration des Points- Repères (Landmarks). Thèse de doctorat. Université Badji-Mokhtar-Annaba. 292p.
- Bedda. H, 2014. Systèmes de production camelins au Sahara Algérien Etude de cas de la Région de Ouargla, Mémoire de Magister en sciences agronomiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, p : 77.
- Belloy L., Imdorf A., Fries I., Forsgren E., Berthoud H., Kuhn R. and Charriere J.D., 2007- Spatial distribution of *Melissococcus plutonius* in adult honey bees collected from apiaries and colonies with and without symptoms of European foulbrood. *Apidologie*, 38 : 136 - 140
- Benaissa R. (1989). Le dromadaire en Algérie. Options méditerranéennes, n°2, CIHEAM, Montpellier, France. [https://www.docdeveloppement-durable.org/file/Elevages/chateau dromadaire/Dromadaire%20en%20Alg%C3%A9rie.pdf](https://www.docdeveloppement-durable.org/file/Elevages/chateau%20dromadaire/Dromadaire%20en%20Alg%C3%A9rie.pdf)
- Ben Hamida, T. 1999. Enemies of Bees. In *Bee Disease Diagnosis*, Options Méditerranéennes, 25, série B (ed. M.E. Colin, B. Ball, M. Kilani), pp. 147–165. CIHEAM, Saragosse
- Benyoucef M.T., Bouzegag B. 2006 -Résultats d'étude de la qualité de la viande de deux races camelines (Targuiet Sahraoui) à Ouargla et Tamanrasset (Algérie), Annales de l'Institut national agronomique; 27:37-53.
- Blackistone H., 2009. Beekeeping for dummies. Bee culture magazine wiley publishing, inc, 336p.
- Biri M., 1989- Le grand livre des abeilles, l'apiculture moderne. Éditions de Vecchi. Paris. 257p.
- Bogdanov, S., 2016. Bee Venom: production, composition and quality. In: The bee venom Book, Chapter 1, Muehlethurnen, Switzerland.
- Boujenane I. , 2014. Amélioration génétique des abeilles. L'Espace Vétérinaire N°115, Mars – Avril 2014, pages 4-5
- Boukhobza M, 1982: L'agro pastoralisme traditionnel en Algérie de l'ordre tribal au désordre colonial-Alger-, Edition de l'Office des Publications Universitaires (OPU), 1982, P 458.
- Boomsma J. J. et Rantnieks F. L. W., 1996. Paternity in eusocial Hymenoptera. *Philo. Trans. R. Soc. London*, B 351 : 957-75.

- Bowen-Walker, P.L. & Gun, A. 2001. The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid levels. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101(3): 207–217
- Breed MD, Guzman-Novoa E, Hunt GJ (2004). Defensive behavior of honey bees: organization, genetics, and comparisons with other bees. *Annual Review of Entomology* 49, 271-298.
- Cauvet Cdt, 1925. Le chameau. Tome 1 : anatomie, physiologie, race, vie et moeurs, élevage, alimentation, maladies, rôle économique. Ed. Baillière et fils, Paris, 784 p.
- Charrière J.D., Dietemann V., Schäfer M., Dainat B., Neumann P., Gallmann P., 2012. Guide de la sante de l'abeille édité par le centre de recherches apicoles. ALP forum n° 84f | Mars 2012. 34p.
- Chehma A et Faye B., 2011. Facultés digestives du dromadaire face aux contraintes alimentaires du milieu saharien. *Revue des Bioressources*, 1(1) :26-30.
- Chen Y. P. Evans J. et Feldaufer M., 2006. Horizontal and vertical transmission of viruses in the honeybee *Apis mellifera*. *J. Invertebr.Pathol.*, 92 (3): 152-159.
- Colbert 1955 cité par Yagil R., 1982. Camels and camel milk. *FAO Rome. Animal Production and Health*, paper n° 26, p 69.s.Crozier R. H. et Pamilo P., 1996. *Evolution of social Insect Colonies*. Oxford: Oxford Univ. Press, 320p.
- Curasson G. (1947). - Le chameau et ses maladies. Vigot Frères, Paris, 46 2 p
- Dainat B., Imdorf A., Charriere J.-D., Neumann P. Virus des abeilles: revue des connaissances actuelles *LSA*, 2008, 226, 277-289
- Dechaume- Moncharmont F. X., 2003. Butinage collectif chez les abeilles *Apis mellifera* L. : étude théorique et expérimentale. Thèse de l'Université Paris 6. France.
- de Wilde et Beetsma, 1982. The physiology of caste développement in social insects. *insects Adv Insect Physiol.* 16: 167 -246.
- Dustmann, J.H. & Von Der Ohe, W. 1988. Influence des coups de froid sur le développement printanier des colonies d'abeilles. *Apidologie* 19 (3): 245–253.
- Eadie J.M., 1962. Interrelationships between certain rumen ciliate protozoa. *J. Gen. Microbiol.*, 29, 579-588
- Egyptien S., 2018. Optimizing drone raising in Belgium and semen cryopreservation techniques. Mémoire de Doctorat en sciences vétérinaires. Université de Liège. 40p
- Egyptien S., 2019. Mise au point de technique d'élevage de faux bourdons en Belgique et de la cryopreservation de leurs gamètes. Mémoire de doctorat en SV. Université de Liège. 40p.

- El-Agamy, E.I., R. Ruppner, A. Ismail, C.P. Champagne, R. Assaf., 1992. Antibacterial and antiviral activity of camel's milk protective proteins. *J. Dairy Res.*, 59, 169-175
- El-Agamy E I, Nawar M, Shamsia S M, Awad S and Haenlein G F W 2009 Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children?: *Small Ruminant Research* 82: 1–6, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448808002733>
- El Toufailia H M, Amiri E, Scandian L, Kryger P & Ratnieks F L W (2014). Towards integrated control of varroa: effect of variation in hygienic behaviour among honey bee colonies on mite population increase and deformed wing virus incidence, *Journal of Apicultural Research*, 53:5, 555-562, DOI: [10.3896/IBRA.1.53.5.10](https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.5.10)
- Engelhardt W.v., Rübsamen K., 1980. Digestive physiology of camelids. In : W.R. Cockerill (ed), *The camelid. An all purpose animal.*, Proceedings of the Kartoum Workshop on Camels, Vol. I, 307-319. Scandinavian Institute of African studies, Uppsala, Sweden
- Engelhardt W.v., Holler H., 1982. Salivary and gastric physiology of camelids. *Verh. Deuts. Zool. Gesel.*, 16, 195-204
- Engelhardt W.v., Lechner-Doll M., Heller R., 1984. The digestive physiology of camelids. In: W.R. Cockerill (ed), *The camelid. An all purpose animal.*, Proceedings of the Kartoum Workshop on Camels, Vol. I, 32-34. Scandinavian Institute of African studies, Uppsala, Sweden.
- Engelhardt W.v., Lechner-Doll M., Heller R., Schwartz H.J., Rutagwenda T., Schulta W., 1986. Physiology of the forestomachs in camelids with particular reference to adaptation to extreme dietary conditions. A comparative approach. *Zoologische Beiträge*, 30, 1-15.
- Engelhardt W.v., Abbas A.M., Moussa H.M., Lechner-Doll M., 1992. Comparative digestive physiology of the forestomachs in camelids. *Proc. 1st Inter. Camel., Conf.*, 263-270 Faye B., 1997. *Guide de l'élevage du dromadaire*. CIRAD-EMVT, Montpellier, première édition, 126p, 53-52
- FAOstat 2021. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>
- Farid M.F.A., Shawket S.M., Abdel-Rahman M.H.A., 1984. The nutrition of camels and sheep under stress. In : W.R. Cockerill (ed), *The camelid. An all purpose animal.*, Proceedings of the Kartoum Workshop on Camels, Vol. I, 293-322. Scandinavian Institute of African studies, Uppsala, Sweden.
- Faucon J.P., 1992 - *Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles*. Ed. Fnosad, Riez, 512 p.
- Faye. B, Saint. M, Gilles. B P, Bengoumi.M., Dia.ML, 1997 : *Guide de l'élevage du dromadaire*, SANOFI. Santé Nutrition Animale P 126.

- Faye B., Bengoumi M., 2000. Le dromadaire face à la sous-nutrition minérale : un aspect méconnu de son adaptabilité aux conditions désertiques. *Sécheresse*, **11** (3) : 155-161
- Faye B 2004 Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature In : Lait de chamelle pour l'Afrique : atelier sur la filière laitière camélien en Afrique. Lhoste Frédéric. FAO, CIRAD-EMVT, ONG KARKARA. Rome : FAO : 115-126. (FAO Production et Santé Animales) Atelier international sur le lait de chamelle pour l'Afrique, Niamey, Niger, 5 Novembre 2003/8 Novembre 2003, <http://www.fao.org/3/aj038f/aj038f00.htm>
- Faye B., 2011. Combating desertification: the added value of the camel farming. *Annals Arid Zones*, 50 (38:4), 1-11
- Faye B., Konuspayeva G., 2011. Valorisation des produits camelins dans les zones désertiques: un atout essentiel pour la sécurité alimentaire. « L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb » Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, du 21 au 24 Novembre 2011. 55-65pp
- Faye B, Jaouad M, Bhrawi K, Senoussi A et Bengoumi M 2014 Elevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67 (4) : 213-221, <http://agritrop.cirad.fr/577615/>
- Faye B, Senoussi H, Jaouad M. 2017. Le dromadaire et l'oasis : du caravansérail à l'élevage périurbain. *Cahiers Agricultures* 26(1): 14001. DOI: [10.1051/cagri/2017005](https://doi.org/10.1051/cagri/2017005).
- Fernandez N., et Coineau Y., 2007 - Maladies, parasites et autres ennemis de l'abeille mellifère. Ed. Atlantica, Paris, 427 p
- Fettal N et KHENFER A., 1997. Les produits de la ruche. pp : 1-22
- Fries I., 1988 - Infectivity and multiplication of *Nosema apis* Z. in the ventriculus of the honey bee. *Apidologie*, 19: 319 – 328.
- Fries I., 2010 - *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *J. Invertebr. Pathol.*, 103: 73 – 79
- Gerster S., 2019. Les principes de base de l'élevage de reines. Cours apicoles de la FRI. 16p
- Ghosal A.K., Tanwar R.K., Dwaraknath P.K., 1981. Note on rumen microorganisms and fermentation pattern in camel. *Ind. J. Anim. Sci.*, 51, 1011-1012 Gilles A., 2010 – La biologie de l'abeille. Ecole d'Apiculture sud –Luxembourg. P 26.
- Gihad E.A., El Gallad T.T., Sooud A.E., Abdou E.L., Nasr H.M., Farid M.F.A., 1989. Feed and water intake digestibility and nitrogen utilization by camels compared to sheep and goats fed low-protein desert by-products. *Options méditerranéennes, série A Séminaires*, 2, 75-81.

- Gould J- L., Gould C G. 1993 La vie des Abeilles In : Les abeilles, comportement, communication et capacités sensorielles Paris : Pour la science, diffusion Belin. 27-54pp.
- Grasse J-P., Doumenc D., 1998. Zoologie. Tome 1, Invertébrés.- 6e ed Paris : Masson. 296p
- Gregorc A, Ellis JD, 2011. Cell death localization in situ in laboratory reared honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides. Pesticide Biochemistry and Physiology 99 : 200-7.
- Guzmán-Novoa, E; Eccles, L; Calvete, Y; McGowan, J; Kelly, P G; Correa-Benítez, A (2010) *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. Apidologie, 41: 443-450. <http://dx.doi.org/10.1051/apido/2009076>
- Hansen, H. & Brødsgaard, C.J., 1999. American foulbrood: a review of its biology, diagnosis and control. Bee World 80: 5–23.
- Hesham M K, Zaid H M, Adel R, Ayman O S and Abdulqader A 2012 Camel milk triggers apoptotic signaling pathways in human hepatoma HepG2 and breast cancer MCF7 cell lines through transcriptional mechanism: Journal of Biomedicine and Biotechnology Volume 2012, Article ID 593195: 1-9, <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2012/593195/abs/>
- Higes, M., Garcia-Palencia, P., MartinHernandez, R., Meana, A. 2007. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). Journal of Invertebrate Pathology 94(3) : 211–217.
- Higgins A.J. (1984). - La gale sarcoptique chez le chameau arabe. Rev. mond. Zoot., 49, 2-5.
- Hoppe P., Kay R.N.B., Maloiy G.M.O., 1976. The rumen as a reservoir during dehydration and rehydration in the camel. J. Physiol., 254, 76-77
- Hurpin J. L'apiculture pratique. 4 ème édition. librairie agricol, horticole, forestière et ménagère: édition de la maison rustique Paris; 1946
- Jeanne F., 1970. Miel, différent types, appellation (généralités) 132p.
- Jouany J.P., 2000. La digestion chez les camélidés ; comparaison avec les ruminants. INRA Prod. Anim., 13, 165-176
- Karl Von Frisch.2021. Vie et mœurs des abeilles. Edition Albin Michel. 256p.
- Kaufmann.B, 1998 : Analysis of pastoral camel husbandry in Northern Kenya. Hohenheim tropical. Margraf Verlag, Germany. P194 .
- Kay R.N.B., Maloiy G.M.O., 1989. Digestive secretions in camels. Options méditerranéennes, Série séminaires n°2. , 83-87

- Kayouli C., Jouany J.P., Ben Amor J., 1991. Comparison of microbial activity in the forestomachs of the dromedary and the sheep measured in vitro and in sacco on mediterranean roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 33, 237- 245
- Kayouli C., Jouany J.P., Demeyer D.I., Ali-Ali, Taoueb H., Dardillat C., 1993. Comparative studies on the degradation and mean retention time of solid and liquid phases in the forestomachs of dromedaries and sheep fed on low-quality roughages from Tunisia. *Anim. Feed Sci., Technol.*, 40, 343-355
- Kayouli C., Dardillat C., Jouany J.P., Tisserand J.L., 1995. Particularités physiologiques du dromadaire : conséquences sur son alimentation. *Options Méditerranéennes, série B Etudes et recherches*, 13, 143-155
- Kerbastard N., 2020. Des abeilles, des humains et du miel. Thèse de doctorat. Faculté de Pharmacie de Montpellier. 122p.
- Kilani , M. 1999. Nosemosis. In *Bee Disease Diagnosis*, Options Méditerranéennes, 25, série B (ed. M.E. Colin, B. Ball, M. Kilani), pp.9–24. Saragosse, CIHEAM.
- Konuspayeva G., Lemarie E., Faye B., Loiseau G., Montet D., 2008. Fatty acid and cholesterol composition of camel (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan. *Journal of Dairy Sciences and Technology*, 88, 327-340
- Konuspayeva G. , Faye B., Duteurtre G., 2021, Commerce en ligne du lait de chamelle : nouveaux acteurs, nouveaux marchés. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2021, 74 (3) : 137-144
- Kralj J. and Fuchs S., 2010 - *Nosema* spp. Influences flight behaviour of infected honey bee foragers. *Apidologie*, 41: 152 – 163
- Lechner-Doll M., Kaske M., Engelhardt W.v., 1991. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In : T. Tsuda, Y. Sasaki, R. Kawashina (eds), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*, 455-482. Academic Press, San Diego, California.
- Lemosquet S., Dardillat C., Jailler M., Dulphy J.P., 1996. Voluntary intake and gastric digestion of two hays by llamas and sheep : influence of concentrate supplementation. *J. Agric. Sci., (Camb.)*, 127, 539-548.
- Lodha K.R. (1966). - Studies on sarcoptic mange in camels (*Camelus dromedarius*). *Vet. Rec.*, 79, 2, 41-43
- Louveaux J. (1958) Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L), *Ann. Abeille* 1, 113–188.
- Luciano L., Voss-Wermbter G., Behnke M., Engelhardt W.v., Reale E., 1979. Die struktur der Magenschleimhaut beim lama (*lama guanacoe* and *lama glama*). I. Vomägen. *Gegenbouers, Morph. Jahrb.*, 125, 519-549

- Mackowiak, C., 2009. Le déclin de l'abeille domestique, *Apis mellifera* en France. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré- Nancy 1. 171p.
- Malbert C.H., Fioramonti J., Bueno L., Ruckebush Y., 1995. Motricité et transit intestinal. In : R. Jarrige, Y. Ruckebush, C. Demarquilly, M.H. Farce, M. Journet (eds), Nutrition des ruminants domestiques ; ingestion et digestion, 465-488. INRA, Paris
- Mammeri A., Khir A. , 2018. Sondage sur les vertus sanitaires et thérapeutiques du lait de chamelle chez la clientèle et les personnels des laiteries chamelières dans la région de M'Sila, Algérie. Renc.Rech.Rumin.n 24, 2018
- Mayack C. and Nuag D., 2009 - Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection, *J. Invertebr. Pathol.*, 100: 185 – 188
- Medori P. et Colin M., 1982, Les abeilles comment les choisir et les protéger de leurs ennemis, J.B. Baillière Paris, 23, 24, 60, 63P.
- MAP.1986 : Ministère de l'agriculture et de pêche (statistique).
- Morvan B., Bonnemoy F., Fonty G., Gouet Ph., 1996. Quantitative determination of H2 utilizing acetogenic and sulfate-reducing bacteria and methanogenic archaea from digestive tract of different mammals. *Curr. Microbiol.*, 32, 129-133.
- Mutsaers M, Blitterswijk H, Leven L, Kerkvliet J, de Waardt J : 2005. Produits de l'apiculture propriétés, transformation et commercialisation. Série Agrodok No. 42. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 2005
- Nabipour A., Khanzadi S., Gaasemi M. J., 2001. Anatomical and histological studies of esophagus of one-humped camel. *J. Fac. Vet. Med. Tehran. Univ.*, 56(4), 113-117.
- Loïriche N., 1986; Les abeilles, pharmaciennes ailées. Moscou, Editions Mir. 233p.
- Nocek J.E., Kohn R.A., 1987. Initial particle form and size on change in functional specific gravity of alfalfa and timothy hay. *J. Dairy Sci.*, 70, 1850-1863.
- Oie Manuel Terrestre. 2005. *Infestation de l'abeille par Tropilaelaps (Tropilaelaps clareae, T. koenogorum)* In manuel terrestre de l'OIE 2005, pp.1089–1092
- Oie Terrestrial Manual. 2008a. Nosemosis of Honey bees, pp. 410–414
- Oie Terrestrial Manual. 2008b. *Small hive beetle infestation (Aethina tumida)*, pp. 415–418
- Oulad belkhir A., 2008. Les systèmes d'élevages camelins en Algérie chez les tribus des Chaâmba et des Touareg, Thèse de magister , université Kasdi Merbah -Ouargla . :97 p +6
- Oulad Belkhir A., Bouziane A., Chehma A. Faye B. (2013). La filière viande cameline dans le Sahara septentrional Algérien, *Revue des Bio ressources* volume 3 n°2, 26-34, Université de Ouargla

- Oulad belkhir A., 2018. Caractérisation des populations camelines du Sahara septentrional Algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits. Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah- Ouargla. 135p.
- Pascal R., 2009. Les abeilles et la fabrication du miel, *Astronome, Europe*, 17, 22, 24, 27, 36p
- Paterson P. D., 2008. L'apiculture. Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. 158p
- Pham-Dalegue M H., 1998. Abeilles Paris : Ed de la Martinière, 47p.
- Philippe J.M., 1993. Le guide de l'apiculture. Ed. Edisud. 329p
- Pouvreau A., 2004. Les Insectes pollinisateurs. Paris : Delachaux et Niestlé.189p
- Prost J., 1987.- Apiculture. pp : 5-144
- Prost J-P. et Le Conte Y., 2005. Apiculture. Connaitre l'abeille-conduire le rucher. Lavoisier. Paris, 698pp.
- Qayyum M.A., Fatani J.A., Mehta L., Shaad F.U., Mustafa F., 1991. Anatomical and histological observations on the tongue of one-humped camel, *Camelus dromedarius*. *Funct. Dev. Morphol.*, 1(3): 23-26
- Ramirez-Romeo R, Chaufaux J, Pham-Delègue MH, 2005. Effects of Cry1Ab protoxin, deltamethrin and imidacloprid on the foraging activity and the learning performances of the honeybee *Apis mellifera*, a comparative approach. *Apidologie* 36 : 601-11.
- Ramet J-P., 2001. The technology of making cheese from camel milk (*Camelus dromedarius*). *Animal production and Health Paper n°113*, FAO, Rome, Italy.
- Ravazzi G., 2007. Abeilles et apiculture. pp : 118-122.
- Richard D., 1989. Ingestibilité et digestibilité des aliments par le dromadaire. *Options méditerranéennes, Série A Séminaires*, 2, 55-59.
- Ruttner F. 1968. Les races d'abeilles In : *Traité de Biologie de l'abeille, Tome I : Biologie et physiologie générales/ ed. par Rémy CHAUVIN* Paris: Masson, p.27-44
- Sadoud M., Nefnouf F., Hafaoui F Z., 2019. La viande cameline dans deux régions du Sud Algérien. La place de l'élevage, de la transformation et de la consommation de la viande cameline dans les deux régions algériennes Tamanrasset et Ghardaïa. *Viandes & Produits Carnés*. 11p.
- Schmidt-Nielsen K., 1964. *Desert animals*. Clarendon Press, Oxford, 287 p
- Sergent E. & Lhéritier A. (1919). - Gale du dromadaire. *Bull. Soc. Path. exot.*, février, 94-99.

- Shabo Y., Barzel R., Margoulis M., Yagil R., 2005. Camel milk for food allergies in children. *Immunol. & Allerg.*, 7, 796-798
- Shimanuki, H. & Knox, D.A. 2000. Diagnosis of honey bee diseases. United States Department of Agriculture (USDA), Handbook No. 690. 61p.
- Slimani N., Chehma A., Faye B. et Huguenin J., 2013. Régime et comportement alimentaire du dromadaire dans son milieu naturel désertique en Algérie. *Livestock Research for rural Development* 25 (12).
- Smacchia A.M., Dardillat C., Papon Y., Jouany J.P., 1995. Comparative studies on the microbial fermentations in the forestomachs of llamas and sheep. *Ann. Zootech.*, 44, suppl., 150
- Sommerville, D.C. 2001. *Nutritional value of bee collected pollens*. A Report For Rural Industries Research and Development Corporation. Editors NSW Agriculture. Publication n°01/047 Barton, Australia. 176 pages.
- Tentcheva, D., Gauthier, L., Zappulla, N., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M.E., Bergoin, M. 2004. Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* Mite Populations in France, *Applied and Environmental Microbiology* 70(12): 7185–7191
- Tingari M. D., El Manna M. M., Rahim A. T. A., Ahmed A. K., Hamad M. H., 1986. Studies on camel semen. I. Electroejaculation and some aspects of semen characteristics. [Etudes du sperme du dromadaire. I. Electro-éjaculation et quelques caractéristiques du sperme]. *Anim. Reprod. Sci.*, 12 (3): 213-222.
- Vaillant J., 1989 - Nourrissement au sirop de sucre acidifié. *La santé de l'abeille*, 110: 55 – 60.
- Van Dooremalen, C; GERRITSEN, L; CORNELISSEN, B; VAN DER STEEN, J J F; VAN LANGEVELDE, F; BLACQUIÈRE, T (2012) Winter survival of individual honey bees and honey bee colonies depends on level of *Varroa destructor* infestation. *PLoS ONE*, 7: e36285. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0036285> Vuillaume, M. (1957). La forme des cellules royales chez les abeilles. *Insectes Sociaux*, 4(4), 385–390.
- Vidal-Naquet, N. 2010. La loque américaine: méthode de lutte, prévention. In *Comptes rendus des Journées Nationales des GTV*, Lille. pp. 1197–1201. GTV Paris.
- Vidal-Naquet N., 2012a. Les maladies de l'abeille domestique d'élevage, *Apis mellifera* L. *Bull. Acad. Vét. France* — 2012 - Tome 165 - N°4 <http://www.academie-veterinaire-defrance.org/>. 307- 316pp.
- Vidal-Naquet, N. 2012b. Chapter Honey bees. In *Invertebrate Medicine second edition* (ed. Greg Lewbart), pp. 285–323. Blackwell-Wile

- Warmington B.G., Wilson G.F., Barry T.N., 1989. Voluntary intake and digestion of rye-grass straw by llama x guanaco crossbreds and sheep. J. Agric. Sci. (Camb.), 113, 87-91
- Warré, A., 1948. L'apiculture Pour Tous. Saint-Symphorien: Warre . 12ème éditon. 118p.
- Winston M. L., 1993. La biologie de l'abeille Paris : Frison-Roche.- 276p
- Yagil. R, 1982: Camel milk and camels, F. A.O, nim, product, paper, Rome,P 69.
- Yang EC, Chuang YC, Chen YL, Chang LH, 2008. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hyenoptera: Apidae). Journal of Economic Entomology 101 : 1743-8.
- Zhang W.,Srinivasan M V,and Collett, 1995. Convergent processing in honeybee vision: Multiple channels for the recognition of shape. Proceedings of the National Academy of Sciences 92(7):3029-31
- [http://camelides.cirad.fr/fr/curieux/laine\\_cham.html](http://camelides.cirad.fr/fr/curieux/laine_cham.html)
- <https://www.classequine.com/fiches-maladies/coliques-du-cheval/>
- <https://view.genial.ly/5ca1c00c180fb94e823d7d10/presentation-systemes-physio>
- <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/aLaUne/epigenetique/epigenetique-de-labelle/Castes%20abeilles.jpg/image>
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmesabeilles.fr%2Fles-abeilles%2Fla-vie-des-abeilles-une-societe-tres-structuree&psig=AOvVaw3IQMVzDbw5HPDrBCiIQ15j&ust=1590099854734000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCICLmuC9w-kCFQAAAAAdAAAAABAK>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie1-1.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie1-2.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie2.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie5.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie16-3.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie14-1.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie13-1.html>
- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie10-1.html>

- <http://camelides.cirad.fr/fr/science/anatomie12-1.html>
- <https://i2.wp.com/ialo.fr/wp-content/uploads/2017/05/cycle.jpg?ssl=1>
- <https://slideplayer.fr/slide/9675426/>
- [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/jUdXFWOmhPGi54WLSeLliyrp05HfFm9dfgZoi3plMwk6AmAp5LgGx\\_LHPI\\_FXZMwj9rqZOwsHo6QqzC6Khvd-O7kK3hprAlXQ](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/jUdXFWOmhPGi54WLSeLliyrp05HfFm9dfgZoi3plMwk6AmAp5LgGx_LHPI_FXZMwj9rqZOwsHo6QqzC6Khvd-O7kK3hprAlXQ)