



ROYAUME DU MAROC

---

INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II  
Rabat

---

**MEMOIRE DE TROISIEME CYCLE  
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN  
AGRONOMIE  
OPTION : PRODUCTIONS ANIMALES**

---

# Analyse génétique de la production laitière des chèvres de race Draa

Présenté et soutenu publiquement par :

Mme Najoua LICHIR

Devant le jury composé de :

Président	: Pr. EL AÏCH A.	(I.A.V. HASSAN II)
Rapporteur	: Pr. BOUJENANE I.	(I.A.V. HASSAN II)
Examineur	: Mr. EL HAZZAB A.	(ORMVA de Ouarzazate)
Examineur	: Pr. HOSSAINI-HILALI J.	(I.A.V. HASSAN II)
Examineur	: Mr. LEDMAOUI M.	(ANOC, Ouarzazate)

Juin 2009

---

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
B.P.6202 - Instituts, 10101 Rabat  
Tél. : 037 77 17 58/59/45 Fax: 037 77 81 35 Site Web : [www.iav.ac.ma](http://www.iav.ac.ma)

## **REMERCIEMENTS**

Au terme de ce travail je tiens à exprimer mes vifs et sincères remerciements au Professeur Ismail BOUJENANE pour ses précieux conseils, son encadrement soutenu et continu et ses critiques constructives tout au long de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Mes remerciements s'adressent également au Prof. Ahmed EL AICH qui m'a fait l'honneur de présider ce jury, ainsi qu'au Prof. Jamal HOSSAINI-HILALI et à Messieurs Ahmed El Hazzab et M'Hamed LEDMAOUI qui m'ont honoré par leur présence et leur jugement de ce travail.

Je tiens également à remercier les enseignants et tout le personnel du Département de Productions et de Biotechnologies Animales pour les bonnes conditions de travail qu'ils m'ont offertes.

À cette occasion, je tiens aussi à remercier les cadres, les techniciens et tout le personnel de l'ORMVA de Ouarzazate qui ont assuré la collecte des données à la station de Skoura pendant plusieurs années.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Qu'ils soient assurés de ma profonde reconnaissance.

## RÉSUMÉ

L'étude a porté sur l'analyse des performances de reproduction et de production laitière des chèvres de race Draa de la station de Skoura relevant de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate. Les données ont été collectées sur une période allant de 1989 à 2001. L'âge au premier chevretage des chèvres de race Draa est en moyenne de 25,5 mois. La durée de gestation moyenne est de 156 jours. L'intervalle entre deux chevretages et l'intervalle chevretage - saillie fécondante sont respectivement de 157 jours et 206 jours. La production laitière est de 61,3 kg par lactation totale, 55,2 kg par lactation de référence et 0,46 kg par jour. La durée de lactation est de 133 jours et la durée de tarissement est de 238 jours. La production laitière de référence est significativement influencée par la saison de chevretage, l'année de chevretage et la taille de portée à la naissance. Cependant, la production laitière journalière est significativement influencée par le numéro de lactation, l'âge au chevretage, le jour du contrôle, le stade de la lactation, l'année de chevretage et la taille de portée à la naissance. La durée de lactation est significativement influencée par l'année de chevretage et la taille de portée à la naissance. Les composantes de la variance ont été estimées par la méthode MTDFREML et le modèle animal unicaractère de type répétitif. L'estimation de la répétabilité est de 0,17 pour la production laitière de référence et de 0,14 pour la production laitière journalière. Les héritabilités estimées sont respectivement de 0,15 et 0,09. L'évaluation génétique des animaux de la station de Skoura a été faite pour les caractères production laitière de référence et journalière par la méthode BLUP appliquée à un modèle animal. Le progrès génétique annuel réalisé entre 1987 et 1998 est de -0,12 kg pour la production laitière de référence, et de presque zéro kg pour la production laitière journalière. Il a été conclu qu'il existe une variation génétique au sein de la race caprine Draa pour la production laitière qu'il est utile d'exploiter pour des fins de sélection.

**Mots clés :** Chèvre laitière - production laitière - facteurs de l'environnement – répétabilité – héritabilité - évaluation génétique - progrès génétique – modèle animale.

## ABSTRACT

The study concerned the analysis of reproduction and milk yield of Draa goats breed raised at Skoura station belonging to the ORMVA of Ouarzazate. Data were collected from 1989 to 2001. Age at first kidding, gestation length, kidding interval and kidding to conception interval averaged 25.5 months, 156 days, 157 days and 206 days, respectively. The total milk yield, 120-day milk and daily milk yield were de 61.3 kg, 55.2 kg and 0.46 kg, respectively. The lactation length was 133 days, and the dry period was 238 days. Season of kidding, year of kidding and litter size had significant effects on 120-day milk yield. Daily milk day was affected by parity, age at kidding, year of kidding, litter size, days in milk and test day. Lactation length was influenced by year and season of kidding. Variance components were estimated using a single-trait repeatability model and derivative-free REML procedure. Repeatability estimates for 120-day milk yield and daily milk yield were 0.17 and 0.14, respectively. Their corresponding heritability estimates were 0.15 and 0.09, respectively. Genetic evaluation was carried out by the BLUP method animal model. Genetic trend was computed as the regression of goats estimated genetic on their birth year for those born between 1987 and 1998. The annual genetic gains were -0.12 kg and almost zero for 120-day milk yield and daily milk yield, respectively.

**Key words :** Dairy goats – Draa breed - milk yield - environmental factors - repeatability, heritability - genetic evaluation, genetic progress, animal model.

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
<b><u>PARTIE 1: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</u></b>	
<b>1. Présentation de l'élevage caprin au Maroc .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Effectif et répartition géographique .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Production et consommation .....</b>	<b>3</b>
<i>1.2.1. Viande .....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Lait .....</i>	<i>4</i>
<b>1.3. Races caprines au Maroc .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Présentation de la race Draa .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Berceau de la race Draa .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Appellation et origine .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Description morphologique .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Mode d'élevage.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5. Performances de reproduction .....</b>	<b>7</b>
<i>2.5.1. Saison sexuelle.....</i>	<i>7</i>
<i>2.5.2. Prolificité.....</i>	<i>8</i>
<i>2.5.3. Intervalles entre deux mises bas .....</i>	<i>8</i>
<b>2.6. Mortalité.....</b>	<b>9</b>
<b>2.7. Performances de croissance .....</b>	<b>9</b>
<b>2.8. Durée de lactation et production laitière.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Contrôle laitier chez les caprins .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Courbe de lactation chez la chèvre .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Facteurs non génétiques influençant la production laitière .....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. Troupeau .....</b>	<b>11</b>

5.2. Saison de chevretage.....	12
5.3. Age au chevretage .....	12
5.4. Numéro de lactation .....	13
5.5. Taille de portée.....	13
5.6. Année de chevretage.....	14
5.7. Période de traite et intervalle entre les traites .....	14
5.8. Effets combinés des facteurs de variation .....	14
6. Paramètres génétiques et phénotypiques de la production laitière .....	15
6.1. Répétabilité.....	15
6.2. Héritabilité .....	15
6.3. Corrélations génétiques et phénotypiques.....	19
7. Faiblesse du modèle de lactation de référence .....	25
8. Caractérisation du modèle de contrôle individuel .....	25
8.1. Principe et avantages.....	25
8.2. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière journalière .....	27
8.3. Héritabilité de la production laitière journalière .....	27
9. Evaluation génétique.....	29
9.1. Méthodes d'évaluation génétique.....	29
9.2. Méthode d'évaluation génétique BLUP.....	30
Conclusion .....	31

## **PARTIE 2: MATERIEL ET METHODE**

1. Objectif .....	32
2. Origine des données .....	32
3. Présentation de la station caprine de Skoura.....	32
3.1. Matériel animal.....	33
3.2. Mode de conduite des animaux .....	33

3.3. Conduite alimentaire .....	33
3.4. Conduite prophylactique .....	33
4. Contrôles de la production laitière.....	34
5. Préparation des données .....	34
6. Définition de la lactation de référence.....	36
7. Elimination des informations incomplètes et des données aberrantes .....	37
8. Détermination des effets des facteurs non génétiques .....	37
9. Calcul des coefficients de correction .....	38
10. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques .....	38
11. Evaluation génétique et estimation des progrès génétique.....	40

### **PARTIE 3: RESULTAT ET DISCUSSION**

<b>RESULTATS .....</b>	<b>41</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>41</b>
<b>1. Quelques remarques sur la qualité des données analysées.....</b>	<b>41</b>
<b>2. Caractérisation de la race Draa .....</b>	<b>41</b>
<b>2.1. Répartition des lactations selon le numéro de lactation.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2. Répartition des lactations selon le mois de chevretage .....</b>	<b>41</b>
<b>2.3. Répartition des lactations selon l'année de chevretage .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4. Performances de reproduction .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.1. Age au premier chevretage .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.2. Intervalle chevretage-saillie fécondante .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.3. Intervalle chevretage-chevretage .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5. Performances de production laitière des chèvres Draa .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.1. Durée de lactation .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.2. Durée de tarissement .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.3. Quantité de lait par lactation totale .....</b>	<b>49</b>

2.5.4. <i>Quantité de lait par lactation de référence</i> .....	49
2.5.5. <i>Production laitière journalière</i> .....	50
<b>3. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière</b> .....	<b>54</b>
3.1. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière de référence.....	54
3.2. Facteurs de variation non génétiques de la durée de lactation.....	55
3.3. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière journalière .....	59
<b>4. Correction des performances laitières pour les effets de l'environnement</b> .....	<b>63</b>
<b>5. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques</b> .....	<b>66</b>
<b>6. Estimation des valeurs génétique additive et du progrès génétique</b> .....	<b>66</b>
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>70</b>
1. Performances de reproduction.....	70
2. Production laitière des chèvres de race Draa.....	72
3. Facteurs de variation de la production laitière par lactation de référence et de la production laitière journalière.....	72
4. Correction des performances pour l'effet des facteurs .....	74
5. Répétabilité et héritabilité.....	75
6. Evaluation génétique et progrès génétique réalisé .....	76
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>78</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>80</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Distribution de fréquences des mises bas chez les chèvres de race Draa en fonction du mois .....	8
<b>Tableau 2</b> : Distribution de fréquences de l'intervalle entre mises bas chez les chèvres Draa et .....	9
<b>Tableau 3</b> : Estimations de la répétabilité pour la quantité de lait, la quantité de matières grasses et le taux butyreux chez les chèvres .....	17
<b>Tableau 4</b> : Estimation de l'héritabilité pour les caractères de production laitière .....	18
<b>Tableau 5</b> : Corrélations génétiques entre les caractères laitiers chez les chèvres .....	21
<b>Tableau 6</b> : Corrélations phénotypiques entre les caractères laitiers chez les chèvres .....	22
<b>Tableau 7</b> : Corrélations génétiques entre PL <sub>j</sub> , PL <sub>r</sub> , PL <sub>t</sub> et DL .....	23
<b>Tableau 8</b> : Corrélations phénotypiques entre PL <sub>j</sub> , PL <sub>r</sub> , PL <sub>t</sub> et DL .....	24
<b>Tableau 9</b> : Estimation de l'héritabilité de la quantité de lait journalière chez les chèvres.....	28
<b>Tableau 10</b> : Moyenne arithmétique, écart-type, minimum (Min) et maximum (Max) des paramètres de reproduction des chèvres de race Draa.....	44
<b>Tableau 11</b> : Moyenne arithmétique, écart-type, minimum et maximum des paramètres de lactation des chèvres de race Draa .....	51
<b>Tableau 12</b> : Analyse de la variance de la production laitière de référence .....	56
<b>Tableau 13</b> : Moyennes ajustées et erreurs-types de la production laitière de référence (kg) et de la durée de lactation (jours) des chèvres de race Draa .....	57
<b>Tableau 14</b> : Analyse de la variance de la production laitière journalière .....	60
<b>Tableau 15</b> : Moyennes ajustées et erreurs-types de la production laitière journalière (kg) des chèvres de race Draa.....	62
<b>Tableau 16</b> : Coefficients de correction additive et multiplicative de la production laitière de référence et la durée de lactation des chèvres de race Draa pour la saison de chevretage et la taille de portée à la naissance .....	64
<b>Tableau 17</b> : Coefficients de correction additive et multiplicative de la production laitière journalière des chèvres de race Draa pour le numéro de lactation, l'âge, la taille de portée à la naissance et le nombre de jours en lactation .....	65
<b>Tableau 18</b> : Estimation des composantes de la variance, de l'héritabilité et de la répétabilité de la production laitière de référence et la production laitière journalière des chèvres de race Draa .....	67
<b>Tableau 19</b> : Moyenne, écart-type, minimum et maximum des valeurs génétiques additives pour la production laitière des chèvres de race Draa (kg) .....	67

**Tableau 20** : Moyennes, écarts-types des valeurs génétiques additives pour la production laitière de référence (kg) des chèvres de race Draa en fonction de leurs années de naissance ..... 68

**Tableau 21** : Moyennes, écarts-types des valeurs génétiques additives pour la production laitière de référence (kg) des chèvres de race Draa en fonction de leurs années de naissance ..... 69

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Répartition géographique des caprins .....	3
<b>Figure 2:</b> Courbes de lactation des chèvres en fonction de la production totale .....	10
<b>Figure 3:</b> Structure du formulaire de saisie des données .....	35
<b>Figure 4 :</b> Fichier des données analysées.....	35
<b>Figure 5 :</b> Répartition des lactations des chèvres de race Draa .....	43
<b>Figure 6 :</b> Répartition des lactations des chèvres de race Draa selon le mois de chevretage .....	43
<b>Figure 7 :</b> Répartition des lactations des chèvres de race Draa .....	44
<b>Figure 8 :</b> Distribution des fréquences de l'âge au premier chevretage.....	45
<b>Figure 9 :</b> Distribution des fréquences de l'intervalle chevretage – saillie fécondante des chèvres de race Draa.....	45
<b>Figure 10 :</b> Distribution des fréquences de l'intervalle chevretage – chevretage .....	46
<b>Figure 11:</b> Distribution des fréquences de la durée de gestation .....	46
<b>Figure 12 :</b> Distribution de fréquences des tailles de portée à la naissance.....	48
<b>Figure 13 :</b> Distribution des fréquences du poids vif à la mise bas .....	48
<b>Figure 14 :</b> Distribution des fréquences de la durée de lactation.....	51
<b>Figure 15:</b> Distribution des fréquences de la durée de tarissement .....	52
<b>Figure 16 :</b> Distribution des fréquences de la production laitière totale.....	52
<b>Figure 17:</b> Distribution des fréquences de la production laitière de référence .....	53
<b>Figure 18 :</b> Evolution de la production laitière journalière en fonction du stade de lactation des chèvres de race Draa.....	53
<b>Figure 19 :</b> Moyennes ajustées de la production laitière de référence des chèvres de race Draa selon l'année de mise bas .....	58
<b>Figure 20 :</b> Moyennes ajustées de la durée de lactation des chèvres de race Draa selon l'année de mise bas .....	58

<b>Figure 21</b> : Moyennes ajustées de la production laitière journalière des chèvres de race Draa selon l'année de mise bas.....	61
<b>Figure 22</b> : Evolution des moyennes des valeurs génétiques additive pour la production laitière par lactation de référence des chèvres de race Draa .....	68
<b>Figure 23</b> : Evolution des moyennes des valeurs génétiques additives .....	69

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>ANOC</b>	: Association Nationale Ovine et Caprine
<b>BLUP</b>	: Best Linear Unbiased Prediction
<b>DF-REML</b>	: Derivative Free Restricted Maximum Likelihood
<b>DPAE</b>	: Direction de la Programmation et des Affaires Economiques
<b>ICAR</b>	: International Committee of Animal Recording
<b>MAPM</b>	: Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime
<b>MTDFREML</b>	: Multitrait DFREML
<b>MAX.</b>	: Maximum
<b>MIN.</b>	: Minimum
<b>ORMVAO</b>	: Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate
<b>QL</b>	: Quantité de lait
<b>r</b>	: Répétabilité
<b>h<sup>2</sup></b>	: Héritabilité
<b>TB</b>	: Taux butyreux
<b>QMG</b>	: Quantité de matière grasse
<b>QMP</b>	: Quantité de matière protéique
<b>TP</b>	: Taux protéique
<b>PL<sub>t</sub></b>	: Production laitière totale
<b>PL<sub>r</sub></b>	: Production laitière de référence
<b>PL<sub>j</sub></b>	: Production laitière journalière
<b>DL</b>	: Durée de lactation
<b>dl</b>	: Degré de liberté

## **INTRODUCTION GENERALE**

*Le cheptel caprin au Maroc est constitué d'un effectif de près de 5 millions de têtes (DPAE, 2008). Il est caractérisé par son adaptation aux conditions climatiques du pays. Les caprins sont concentrés essentiellement dans les zones défavorisées de montagne et de parcours dégradés, dans lesquels ils constituent une activité économique importante pour la population. Le cheptel caprin est constitué d'un petit nombre de races ou de populations locales souvent hétérogènes.*

*La zone d'action de l'ORMVAO, notamment les provinces d'Ouarzazate et Zagora, recèle une population de 12500 chèvres laitières de race Draa élevée en petits troupeaux dans les oasis de la vallée de Draa (ORMVAO, 2008). La prolificité des chèvres de cette race est légèrement élevée. Cependant, la production laitière réalisée est généralement faible par rapport aux races laitières caprines connues à l'échelle mondiale. Cette faiblesse peut être expliquée par le mauvais mode de conduite, et par l'absence d'un vrai programme d'amélioration génétique des races caprines locales.*

*Depuis 1989, à l'issue du 1<sup>er</sup> séminaire national tenu à Ouarzazate, des actions de développement de l'élevage caprin ont été lancées et ont porté sur l'encadrement sanitaire, le soutien à la valorisation de la production laitière et l'amélioration génétique. Toutefois, cette dernière action ne peut être conçue que si les facteurs non-génétiques qui influencent les caractères économiquement importants sont*

*connus et si leurs paramètres génétiques et phénotypiques sont estimés (Boujenane, 1988).*

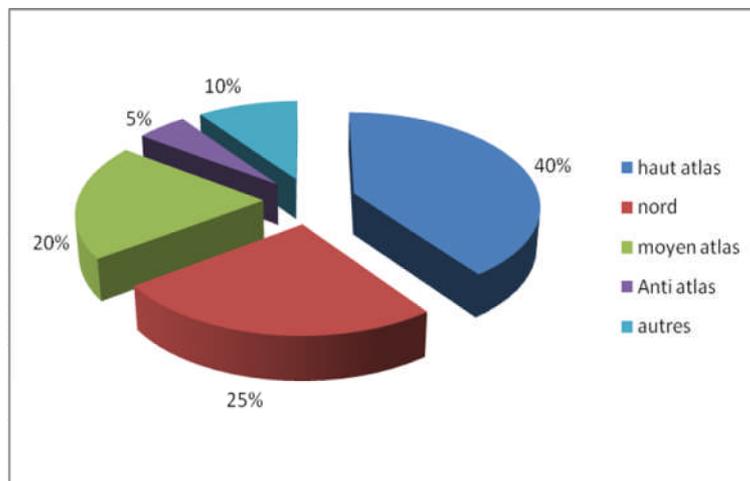
*Ainsi, la présente étude se propose d'analyser les données du contrôle laitier des chèvres de la race Draa de la station de Skoura afin de connaître leurs performances laitières et de reproduction et de jeter les premiers jalons d'un programme de sélection pour l'amélioration de la production laitière à travers :*

- *La détermination des facteurs de l'environnement.*
- *L'estimation des paramètres génétiques et phénotypiques.*
- *L'évaluation génétique des animaux.*
- *L'estimation du progrès génétique réalisé par sélection.*

# 1. Présentation de l'élevage caprin au Maroc

## 1.1. Effectif et répartition géographique

L'effectif des caprins au Maroc est de 5.117.900 têtes (DPAE, 2008). Cet effectif a augmenté de 6,88% entre 1997 et 2007 (Direction de l'Elevage, 2008). Actuellement, 90% des caprins sont rencontrés dans les zones de montagnes et de parcours (Figure 1). Parmi les zones les plus peuplées, on trouve les provinces de Taounate et Azilal qui comptent 948.000 têtes de caprins (DPAE, 2008).



**Figure 1 : Répartition géographique des caprins**

## 1.2. Production et consommation

### 1.2.1. Viande

La production de viande caprine à l'échelle nationale est évaluée à 22.000 tonnes, soit 5,7% de la production nationale de viande rouge (Direction de l'Elevage, 2008).

Actuellement, la consommation humaine de viande caprine est de 0,6 kg/hab./an. Elle a régressé de 33% par rapport à l'année 2006 (Direction de l'Elevage, 2008).

### **1.2.2. Lait**

La production de lait de chèvres était estimée à 30 millions de litres en 1994 (Direction de l'Élevage, 1997). Cette production est orientée essentiellement vers l'autoconsommation. La valorisation du lait de chèvres sous forme de fromages reste encore dans sa phase de démarrage. Des unités de fabrication de fromage ont été créées à proximité de quelques grandes villes.

### **1.3. Races caprines au Maroc**

Les caprins sont caractérisés par leur grande diversité et leur hétérogénéité. En effet, il est difficile de distinguer des races bien définies à l'instar des races ovines locales, en raison du brassage incontrôlé entre les différents types. En absence d'études précises sur les caractéristiques des races, plusieurs enquêtes se sont intéressées à la description des populations typiques localisées dans les zones géographiques et présentant des caractéristiques différentes. Ainsi, Bourfia (1989) a décrit trois populations caprines différentes :

- La population caprine du nord ou population Fnideq : elle a résulté d'un métissage entre la population locale et certaines races espagnoles (Murciana, Granadina, Andalousia). De ce fait, elle présente des caractéristiques laitières apparentes comme la finesse de la peau, poil ras et un bon développement de la mamelle. Ce sont des animaux de taille relativement grande, de robes de différentes couleurs (marron, blanc, noir, tachetée...).
- La population caprine des montagnes de l'Atlas ou chèvre noire marocaine : elle possède des caractéristiques d'adaptation aux conditions arides fort intéressantes, à savoir un faible turnover de l'eau corporelle ainsi qu'une bonne capacité à préserver le poids corporel lors des privations complètes d'eau ou d'aliments (Hossaini-Hilali et al., 1994). C'est un animal à poils longs et noirs couvrant tout le corps. Il est de petite taille, très habile, marcheur et bon grimpeur. Son défaut réside dans son potentiel laitier limité (Hossaini-Hilali et Benlamlih, 1995). Elle est typiquement non prolifique avec une taille de portée moyenne de 1,03 (Bourfia, 1989).
- La population D'man ou Draa : la seule population caprine considérée comme une race bien distincte. L'effectif total, qui était de 20000 têtes, est devenu égal à 10000

têtes en 2002. Jusqu'à présent, la chèvre Draa n'a pas été utilisée en croisement ni avec les races européennes ni avec les autres populations locales marocaines.

Une autre race caprine appelée « caprin Bercha » a été récemment décrite par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM) et par l'Association Nationale Ovine et Caprine (ANOC). Elle est caractérisée par une petite taille, avec un poids vif adulte de 37,5 kg pour la chèvre et 45,6 kg pour le bouc. La chèvre Bercha présente une tête noire et fine et une robe noire avec des poils blancs sur tous le corps (ANOC, 2008).

Pour sa part, Boujenane (2008) a cité d'autres populations caprines en l'occurrence les caprins de l'arganeraie dont le système d'élevage a été décrit par EL Aïch et al. (2005).

## **2. Présentation de la race Draa**

### **2.1. Berceau de la race Draa**

La chèvre Draa est élevée principalement dans les oasis de la vallée de l'oued Draa entre Ouarzazate et Zagora. Cependant, on peut la trouver également dans d'autres oasis situées en dehors de la vallée de Draa tout en étant proches, comme les oasis de Tazarine, Skoura et Foum-Zguid. Le climat qui règne dans le bassin versant de Draa est un climat sec à tendance continentale. Ce bassin est ouvert vers le sud-est et le Sahara et subit par conséquent l'influence du climat désertique. Les températures sont très élevées avec une saison chaude de 7 mois présentant des moyennes mensuelles maximales supérieures à 30°C. Les précipitations moyennes diminuent du nord vers le sud de la vallée de Draa et varient de 150 à 50 mm (Hossaini-Hilali et Mouslih, 2002).

### **2.2. Appellation et origine**

Localement, la chèvre Draa est appelée « Horra », qui signifie « pure ». Elle est aussi appelée « Beldia », qui signifie « locale » (Hossaini-Hilali et Mouslih, 2002). Dans les années 1980 et lors de la première description de la race, Ezzahiri et Ben Lakhel (1985) ont décidé de l'appeler chèvre D'man pour deux raisons:

- Le berceau d'élevage de la chèvre Draa est globalement identique à celui des ovins D'man.

- Les premières études sur l'activité sexuelle de la chèvre Draa ont montré que cette race est dessaisonnée et qu'elle possède un anoestrus post-partum court à l'instar de la brebis D'man (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1985 ; Lahlou-Kassi et al., 1989).

Cette appellation n'a pas duré longtemps, puisque l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate (ORMVAO) a jugé plus opportun d'appeler cette race la chèvre Draa, et de garder l'appellation D'man pour les ovins, évitant ainsi toute confusion.

L'origine de la chèvre Draa n'est pas bien connue. On a émis l'hypothèse que cette chèvre a été introduite dans les oasis du sud marocain à partir des Iles Canaries. Toutefois, il existe une différence nette entre la chèvre Draa et la chèvre originaire des Iles Canaries. En effet, cette dernière se caractérise par sa grande taille, porte des cornes et possède une robe à poils longs (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1985).

### **2.3. Description morphologique et génétique**

La chèvre Draa est un animal de format moyen à ossature légère. La hauteur au garrot est en moyenne de 66 cm et la longueur du corps varie de 55 et 65 cm. La tête est fine, triangulaire, souvent dépourvue de cornes chez la femelle. Les oreilles petites et pointues sont légèrement orientées vers l'avant. L'encolure est mince et peu longue, et porte très souvent des pendeloques. Le tronc est caractérisé par un garrot non saillant, une poitrine profonde et une croupe inclinée portant une queue courte et dressée. La peau est fine, souple et porte des poils ras. Toutes les couleurs sont représentées au niveau des robes. Les plus répandues sont le brun et le marron. La mamelle, relativement développée, est attachée vers l'avant et porte des trayons dirigés vers l'extérieur. Le poids moyen de la chèvre varie de 28 à 39 kg (ORMVAO, 2008).

Du point de vue génétique, la chèvre Draa est caractérisée par la présence des allèles A, B et C au système transferrine, des allèles S, V et F au système post-albumine et des allèles A, D et E au système hémoglobine. Les allèles A et S sont les plus fréquents (0,859 et 0,954) respectivement aux systèmes transferrine et post-albumine (Touzami, 1998). L'analyse moléculaire par l'utilisation de cinq microsattellites a montré que la chèvre Draa est polymorphique à tous les locus (Tadlaoui Ouafi et al., 2002). Les distances génétiques montrent que la race caprine Draa est plus proche de la population noire de l'Atlas (0,0166) que de la population du Nord (0,0570) (Touzami, 1998), et elle est proche de la Noire-Rahalli

(0,0181) que des races françaises Alpine, Poitevine, Pyrénéenne et Saanen (Tadlaoui et al. 2002).

## **2.4. Mode d'élevage**

La chèvre Draa ne se déplace pas sur les pâturages. Elle est plutôt maintenue dans les habitations. Il n'existe pas de chèvrerie bien individualisée. Les animaux sont maintenus avec d'autres espèces (ovines et rarement bovines) dans des locaux situés dans le rez-de-chaussée des habitations.

De mars à septembre, l'alimentation est constituée principalement de luzerne, de paille, de quelques sous-produits de maraîchage et très peu de déchets de dattes. Cette ration est complétée accessoirement par l'orge, le son et la pulpe sèche de betterave (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1988).

## **2.5. Performances de reproduction**

### ***2.5.1. Saison sexuelle***

L'étude réalisée par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989) sur un troupeau de chèvres Draa maintenu en station pendant 6 ans (1982-1988) a montré que les chèvres mettent bas durant toute l'année, avec une grande concentration des mises bas de décembre à mars (54%) (Tableau1). Selon une autre étude réalisée par Hachi (1990) dans les stations de Tinzouline et Skoura de l'O.R.M.V.A de Ouarzazate, les chèvres de race Draa ont une saison de reproduction étendue sur toute l'année, sauf au mois de février où l'activité sexuelle devient faible. Cette absence d'anoestrus saisonnier serait peut être due non seulement aux potentialités génétiques de la chèvre Draa, mais aussi au faible effet de la photopériode (Garcia et al., 1997 ; Thimonnier et al., 1983) cités par Hachi (1990).

**Tableau 1: Distribution de fréquences des mises bas chez les chèvres de race Draa en fonction du mois (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989)**

Mois	Jan	Fév.	Mar.	Av.	Mai	Juin	Juil.	Aou.	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Tot.
<b>Nombre des mises bas</b>	11	28	21	2	12	11	1	8	3	15	17	23	152
<b>%</b>	7	18	14	2	8	7	1	5	2	10	11	15	100

### **2.5.2. Prolificité**

Selon une étude réalisée par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989), la prolificité des chèvres de race Draa est de 158%. Elle varie selon la saison de 127% enregistrée en été à 177% enregistrée au printemps. Les naissances doubles représentent 57% et les naissances triples constituent 7%. Le reste étant des naissances simples. Dans une autre étude réalisée aux stations de Tinzouline et Skoura et à la ferme d'application du Tadla, la taille de portée à la naissance était de 1,38 (Hachi, 1990). Toutes les naissances doubles et triples sont issues de chèvres multipares, alors que les primipares n'ont donné que des simples.

### **2.5.3. Intervalles entre deux mises bas**

L'intervalle entre deux mises bas successives est en moyenne de 9 mois. Il varie de 6 à 12 mois (Tableau 2). Chez les éleveurs de la chèvre Draa, l'intervalle entre deux chevretages est en moyenne de 7,46 mois, variant de 6 à 12 mois (Hachi, 1990). Les intervalles inférieurs à 6 mois représentent 25% et ceux de 6 à 7 mois représentent 52%. Ces valeurs montrent que certaines chèvres Draa sont capables de se reproduire deux fois par an (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989 ; Hachi, 1990).

**Tableau 2: Distribution de fréquences de l'intervalle entre mises bas chez les chèvres Draa (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989)**

Intervalles en mois	6 mois	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois	11 mois	12 mois
Fréquence en %	20	5	8	19	8	28	12

## **2.6. Mortalité**

Le taux de mortalité des chevreaux de race Draa entre la naissance et le sevrage est en moyenne de 11,8% (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989). Chez les éleveurs, ce taux ne dépasse guère 2,5% (Hachi, 1990). D'après la synthèse des travaux réalisés sur la chèvre de race Draa en station, Boujenane (2008) a rapporté que le taux de mortalité est de 11,8% entre la naissance et 90 jours.

## **2.7. Performances de croissance**

Le poids à la naissance des chevreaux de race Draa est en moyenne de 2,3 kg, variant de 2 à 2,6 kg. Le poids au sevrage est en moyenne de 10,3 kg (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989). L'analyse des poids corporels de 1498 chevreaux de race Draa élevés en station a montré que les poids à la naissance, 30 jours, 90 jours et 180 jours sont respectivement de 2,32 kg, 4,73 kg, 9,29 kg et 13,5 kg (Boujenane et El Hazzab, 2008).

## **2.8. Durée de lactation et production laitière**

La durée de lactation des chèvres de race Draa est en moyenne de 150 jours. Elle varie de 90 à 210 jours (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989).

La chèvre Draa produit en moyenne 142 litres pendant une durée de lactation moyenne de 150 jours. La production totale maximale obtenue au cours d'une lactation est de 219 litres (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989).

La production journalière au début de la lactation est en moyenne de 1,3 litres (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989). Elle est en moyenne de 0,77 kg sur une durée de 5 mois de lactation, variant de 0,5 à 2,6 kg (Hachi, 1990). D'après l'ORMVAO (2008), la chèvre Draa peut donner jusqu'à 1,5 litres de lait par jour pendant une durée de lactation de quatre mois. Le lait a un taux butyreux élevé et donne un excellent rendement fromager : 220 à 250 g/l.

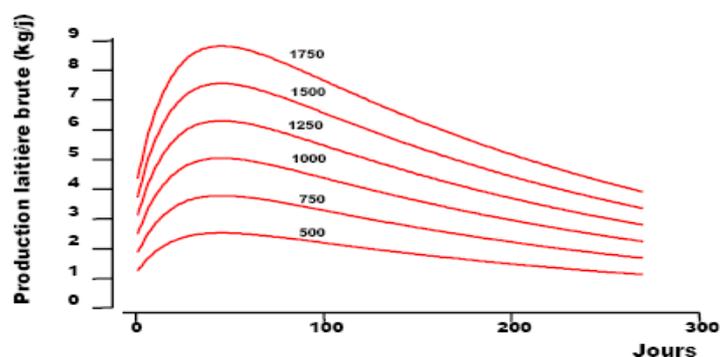
### 3. Contrôle laitier chez les caprins

Le contrôle laitier chez les chèvres laitières est presque identique à celui pratiqué chez les vaches laitières, avec des différences mineures. L'une d'entre elles concerne la durée de lactation qui peut débuter juste après la période colostrale ou après la période d'allaitement des chevreaux. Plusieurs types de contrôles laitiers peuvent être appliqués : A4/B4/C4/E4, A5/B5/C5, A6/B6/C6, AT4/BT4/CT4/DT4. Le contrôle laitier de référence est le contrôle A4. Il consiste en la pesée du lait obtenu à chaque traite réalisée en 24 heures par un agent agréé. La régularité des visites est de 4 semaines, avec un intervalle toléré allant de 28 à 34 jours. En l'absence d'allaitement, le contrôle ne peut pas commencer avant le 10<sup>ème</sup> jour après la mise bas. En cas de l'allaitement, le contrôle ne peut pas commencer avant le 40<sup>ème</sup> jour après la mise bas. Dans ce dernier cas, on néglige la période de l'allaitement, et la production est estimée à partir du 40<sup>ème</sup> jour après la mise bas (Boujenane, 2008).

### 4. Courbe de lactation chez la chèvre

La courbe de lactation décrit l'évolution du volume de lait produit par la chèvre au cours de la lactation. L'accumulation des rendements quotidiens en lait au cours de la durée de lactation permet de calculer la quantité de lait pendant une lactation.

La courbe de lactation des chèvres n'a pas été très étudiée. Dans une revue bibliographique sur les courbes de lactation des chèvres laitières, Gipson et Grossman (1990) ont trouvé que la race, le numéro de lactation, la saison de mise bas et le niveau de production sont les principaux facteurs qui l'affectent.



**Figure 2: Courbes de lactation des chèvres en fonction de la production totale (Gipson et Grossman, 1990)**

Le cycle de production d'une chèvre comprend une mise-bas, une lactation et un tarissement. On observe alors une courbe de lactation avec un pic plus ou moins marqué. Le pic de la production laitière augmente avec l'augmentation de la production laitière totale.

Chez les chèvres primipares de race Murciana-Granadina, la production laitière moyenne augmente de 1,59 kg/j à la 2<sup>ème</sup> semaine de lactation jusqu'au pic de production de 1,62 kg/j atteint à la 6<sup>ème</sup> semaine de lactation, puis diminue jusqu'à 1,2 kg/j à la 18<sup>ème</sup> semaine de lactation (Fernandez et al., 2000).

Les courbes de lactation permettent l'évaluation des effets des facteurs génétiques et environnementaux sur les composantes de la production laitière, comme la persistance (Gengler, 1996), la production maximale et les jours à production maximale (Masselin et al., 1987 ; Gipson et Grossman, 1990). La courbe de lactation peut contribuer à la gestion du troupeau, surtout pour la réforme et l'indication de l'état nutritionnel et sanitaire de l'animal (Dudouet, 1982 ; Sauvart et Morand-Fehr, 1975).

## **5. Facteurs non génétiques influençant la production laitière**

L'expression d'un caractère de production dépend de deux composantes ainsi que de leur interaction. La première est d'ordre génétique liée au potentiel propre de l'animal, alors que la deuxième est d'ordre environnemental (troupeau, âge à la mise bas, numéro de lactation, saison de mise bas...). Ainsi, le niveau de production laitière d'une chèvre et l'évolution constatée sont la résultante de l'amélioration conjointe des conditions du milieu et du potentiel génétique. Cependant, l'estimation de la première composante peut être biaisée par les facteurs du milieu. Par conséquent, toute évaluation génétique précise nécessite une identification et une précorrection des performances étudiées pour les facteurs non génétiques ayant des effets significatifs.

### **5.1. Troupeau**

L'effet du troupeau est la résultante de toute une série d'effets quantitatifs ou non dont l'origine peut être alimentaire, géographique, climatique et génétique, en rapport avec les objectifs et la gestion de l'élevage (Kafidi et al., 1990a).

Selon une étude réalisée sur les chèvres de race Alpine en Lombardie en Italie, Crepaldi et al. (1999) ont trouvé que la production laitière est influencée essentiellement par l'effet troupeau.

Ils ont noté une différence de 61 kg de lait entre deux troupeaux étudiés. Des résultats similaires ont été rapportés chez les chèvres de race Damascus (Mavrogenis et al., 1989).

Par ailleurs, l'influence du facteur troupeau est très importante sur la quantité des matières protéiques (Diaz et al., 1999).

## **5.2. Saison de chevretage**

Les fluctuations saisonnières de la production laitière permettent de définir les saisons favorables et défavorables en relation avec les conditions climatiques et les disponibilités alimentaires.

De nombreux travaux réalisés dans différents pays ont montré l'effet significatif de la saison de chevretage sur la production laitière. Ainsi, Crepaldi et al. (1999) ont trouvé que la part de variation totale due à la saison de chevretage est de 40%. Ils ont montré aussi que les chèvres ayant mis bas au début de l'année (janvier - février) ont la production laitière la plus élevée, tandis que celles ayant mis bas en été (mai - juin - juillet) ont la production laitière la plus faible. Par ailleurs, Montaldo et al. (1997) ont noté une augmentation de la quantité de lait, du nombre de jours à production maximale et de la persistance de la courbe de lactation pour les chevretages de novembre - février par rapport à ceux de mars - octobre.

## **5.3. Age au chevretage**

L'âge au chevretage a un effet significatif sur la production laitière totale des chèvres (Valencia et al., 2007). L'âge où la production maximale est enregistrée varie selon les races. Pour les chèvres des races Alpine, Saanen et Toggenburg aux USA, la production maximale est observée entre l'âge de 24 mois et 50 mois (Finley et al., 1984). Celle de la race Nubienne est enregistrée à l'âge de 48 mois (Montaldo et al., 1997). En outre, Iloeje et Van Vleck (1978) ont rapporté que la production laitière augmente de 751 kg à l'âge d'un an à 1201 kg à l'âge de 3 ans. À partir de 4 ans, la production commence à diminuer légèrement pour atteindre 965 kg à l'âge de 5 ans.

Par ailleurs, la quantité totale de matières grasses diminue avec la diminution de la production laitière. Elle est de 31, 40 et 38 kg à l'âge respectivement de 1, 3 et 5 ans.

#### **5.4. Numéro de lactation**

La production laitière augmente progressivement avec le numéro de lactation jusqu'à un maximum puis décroît. Cette évolution est due en premier lieu au développement de la mamelle de la chèvre d'une lactation à l'autre. Le numéro de lactation auquel le maximum de production est atteint varie selon la race de chèvres et les conditions du milieu. Selon Crepaldi et al. (1999), la production laitière totale des chèvres des races Lombardie et Alpine a tendance à augmenter régulièrement de la 1<sup>ère</sup> à la 5<sup>ème</sup> lactation où la production maximale est atteinte (195,4 kg). Chez la race Boer, la production laitière maximale est enregistrée à la 6<sup>ème</sup> lactation (Raats et al., 1983), alors que chez la race Damascus, elle est atteinte à la 2<sup>ème</sup> lactation (285 kg) (Mavrogenis et al., 1989). Par ailleurs, Carnicella et al. (2008) ont rapporté que les chèvres de race Maltaise ont atteint leur production laitière maximale à la 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> lactations (302 kg), alors qu'à la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> lactations, les productions étaient respectivement de 257,8 kg et 276,4 kg.

#### **5.5. Taille de portée**

Plusieurs études ont mis en évidence l'effet significatif de la taille de portée sur la production laitière des chèvres (Subires et al., 1988 ; Boichard et al., 1989 ; Mavrogenis et al., 1989 ; Mioc, 1991 ; Fresno et al., 1992 ; Vecerova et Krizek, 1993 ; Niznikowski et al., 1994a ; Kominakis et al., 2000 ; Zumbach et al., 2008). Cet effet varie d'une race à l'autre. Chez les chèvres de race Lombardie en 1<sup>ère</sup> lactation, la production laitière des mères ayant des multiples est de 32 kg plus élevée que celle des chèvres ayant des simples (Crepaldi et al., 1999). Chez la race Maltaise, la production laitière est de 280,5 kg et 288,6 kg chez les chèvres ayant respectivement des simples et des doubles (Carnicella et al., 2008). En outre, la taille de portée a un effet significatif non seulement sur la production laitière totale, mais également sur la production laitière de référence (de 120 jours) des chèvres de race Saanen au Mexique (Valencia et al., 2006). Cette différence de production laitière est expliquée par les effets systémiques de l'augmentation de la sécrétion du lactogène placentaire (Hayden et al., 1979), ou par l'élimination de l'effet feedback négatif au niveau de la glande mammaire (Silanikove et al., 2006).

Par ailleurs, la taille de portée affecte significativement la durée de lactation chez les chèvres de race Saanen au Mexique. En effet, la durée de lactation augmente avec l'augmentation de la taille de portée (Carnicella et al., 2008).

### **5.6. Année de chevretage**

L'année de chevretage a un effet significatif sur la production laitière totale et la production laitière à 90 jours des chèvres de race Damascus (Mavrogenis et al.1989). En revanche, Carnicella et al. (2008) ont rapporté que l'année de chevretage n'a pas d'effet sur la quantité de lait, mais elle influence le taux butyreux.

### **5.7. Période de traite et intervalle entre les traites**

La période de traite (matin ou soir) est une source de variation très importante de la production laitière. En effet, la traite du matin engendre une production plus élevée que celle du soir (Ilahi et al., 1999). Par ailleurs, la période de traite influence le pic et la persistance de la courbe de lactation. Chez les chèvres de la race Saanen en Turquie, le pic et la persistance de la production laitière du matin sont supérieurs que ceux de la production laitière du soir (Pala et al., 2006).

D'après, Caruolo (1974) L'intervalle entre les traites semble sans effet significatif sur la production laitière. En effet, il n'a pas noté de différences significatives entre la production laitière des chèvres traites toutes les heures pendant une durée de 51 heures, et celle des chèvres traites 32 traites à intervalles de 13 heures.

### **5.8. Effets combinés des facteurs de variation**

Un facteur de variation peut influencer la production laitière soit indépendamment soit en interaction avec un autre. Les interactions entre les effets qui sont significatifs doivent alors être pris en considération dans le modèle d'analyse.

Plusieurs interactions ont été rapportées dans la littérature. Mavrogenis et al. (1998) ont trouvé que l'interaction année x saison de mise bas a un effet significatif sur la production laitière des chèvres de race Damascus, alors que Crepaldi et al. (1999) ont noté un effet significatif de l'interaction troupeau x année sur la production laitière des chèvres de la race Lombardie. De même, Kominakis et al. (2000) ont montré que les interactions année x

numéro de lactation, année x mois de mise bas, troupeau x année et année x saison de mise bas ont des effets significatifs sur la production laitière des chèvres de race Skopilos.

## **6. Paramètres génétiques et phénotypiques de la production laitière**

L'évaluation génétique des chèvres laitières nécessite la connaissance préalable des paramètres génétiques et phénotypiques, à savoir la répétabilité et l'héritabilité pour différents caractères, ainsi que les corrélations génétiques et phénotypiques entre les caractères.

### **6.1. Répétabilité**

La répétabilité ( $r$ ) est la part de la variation phénotypique due à la somme des effets génétiques et de l'environnement permanent. C'est aussi le degré de ressemblance entre les productions successives d'un même individu (Minvielle, 1999). Elle est utilisée pour connaître la limite supérieure de l'héritabilité, le nombre de performances à prendre en considération pour une bonne évaluation de l'animal et elle est utilisée pour prédire la performance future d'un animal à partir de ses performances antérieures (Boujenane, 2005).

Chez les chèvres, les estimations de la répétabilité varient généralement entre 0,39 et 0,52 pour la quantité de lait, entre 0,36 et 0,55 pour la quantité des matières grasses et entre 0,35 et 0,43 pour le taux butyreux (Tableau 3).

### **6.2. Héritabilité**

L'héritabilité ( $h^2$ ) est définie comme la part de la variance génétique additive dans la variance phénotypique. Autrement dit, c'est la part génétiquement transmissible d'une génération à l'autre. Elle est comprise entre 0 et 1.

L'héritabilité dépend du caractère étudié, et pour le même caractère, elle peut changer avec la race et la période (Minvielle, 1990; Boujenane, 2005). Elle dépend aussi du milieu dans lequel les performances ont été mesurées puisque l'héritabilité d'un même caractère est plus élevée en station qu'en ferme, du fait des faibles différences d'environnement entre animaux élevés en station (Institut d'Elevage, 1999).

La valeur de l'héritabilité conditionne la vitesse du progrès génétique. Ainsi, plus l'héritabilité est élevée, plus la sélection est efficace. En outre, l'héritabilité est également utilisée pour

estimer la valeur génétique additive d'un animal en se basant sur ses performances ou sur celles des animaux apparentés (Pirchner, 1983 ; Minvielle, 1990 ; Boujenane, 2005).

Chez les chèvres, l'héritabilité varie de 0,14 à 0,61 pour la quantité de lait, de 0,16 à 0,64 pour la quantité de matières grasses, de 0,25 à 0,52 pour la quantité de matières protéiques et de 0,29 à 0,66 pour le taux butyreux (Tableau 4). Généralement, l'héritabilité est plus élevée pour les taux butyreux et protéique que pour les quantités de lait, de matières grasses et de matières protéiques.

Par ailleurs, l'héritabilité de la quantité de lait chez la chèvre varie selon la race, le numéro de lactation et la méthode d'estimation de 0,14 à 0,61 (Tableau 5). Ainsi, chez les chèvres de race Beetal, Prakesh (1971) a noté une héritabilité de la quantité de lait en 1<sup>ère</sup> et en 3<sup>ème</sup> lactations de 0,32, qui est plus élevée par rapport à celles des 2<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> lactations, dont les valeurs sont respectivement de 0,29, 0,28 et 0,16.

Selon Constantinou et al. (1985), l'héritabilité de la durée de lactation de 90 jours des chèvres de race Saanen est de 0,16. Tandis que pour la même race et pour une durée de lactation de 120 jours, Valencia et al. (2006) ont rapporté une héritabilité de 0,04.

**Tableau 3: Estimations de la répétabilité pour la quantité de lait, la quantité de matières grasses et le taux butyreux chez les chèvres**

Source	Race	QL	TB	QMG
Analla et al. (1995)	Murciano-Granadina	0,39	-	0,36
	Alpine	0,51	0,40	0,55
	LaMancha	0,52	0,43	0,49
Iloeje et al. (1981)	Nubian	0,50	0,43	0,48
	Saanen	0,47	0,43	0,46
	Toggenburg	0,42	0,42	0,39
Iloeje et Van Vleck (1978)	Norvégienne	0,40	0,35	0,41

**Tableau 4 : Estimation de l'héritabilité pour les caractères de production laitière chez Les chèvres**

Source	Race	QL	TB	QMG	QMP
Analla et al. (1995)	Murciano-Granadina	0,18	-	0,16	0,25
Boichard et al. (1989)	Alpine	0,29	-	0,50	0,52
	Saanen	0,31	-	0,47	0,41
Ronningen (1965)	Norvégienne	0,32	0,29	0,33	-
Kominakis et al. (2000)	Skopelos	0,28	-	-	-
Mavrogenis et al. (1989)	Damascus	0,46	-	-	-
Iloeje et al. (1981)	Alpine	0,49	0,57	0,57	-
	LaMancha	0,61	0,63	0,59	-
	Nubian	0,59	0,66	0,64	-
	Saanen	0,53	0,62	0,48	-
	Toggenburg	0,59	0,54	0,59	-

### 6.3. Corrélations génétiques et phénotypiques

En élevage et particulièrement en sélection, on ne s'intéresse jamais à un seul caractère mais à plusieurs, car les caractères étudiés ne sont pas toujours indépendants l'un de l'autre. D'où l'intérêt du calcul des corrélations génétiques et phénotypiques qui permettent de déterminer le sens de la variation des deux caractères (Institut de l'Élevage, 1999).

La corrélation génétique est la relation entre les valeurs génétiques additives pour deux caractères d'un même individu. La corrélation phénotypique est la corrélation observée et mesurée entre les performances pour deux caractères différents d'un même individu. Ces corrélations varient de -1 à +1. Ainsi, une corrélation génétique proche de zéro indique que le changement sur un caractère n'aura aucun effet sur l'autre. En revanche, s'il y a une forte corrélation (positive ou négative) entre les deux caractères, la variation de l'un influence celle de l'autre (Minvielle, 1990; Boujenane, 2005).

La corrélation génétique est utilisée dans l'élaboration des stratégies d'amélioration génétique sur plusieurs caractères simultanément. Elle permet aussi l'estimation des effets qu'aura la sélection pour un ou plusieurs caractères sur un autre caractère.

D'une façon générale, l'étude des corrélations génétiques et phénotypiques entre les caractères de production laitière chez les chèvres montre (Tableaux 6 et 7) :

- Une forte corrélation génétique entre les caractères quantité de lait (QL) et quantité de matières grasses (QMG), quantité de lait et quantité de matières protéiques (QMP) et quantité de matières grasses et quantité de matières protéiques. En outre, la quantité de matières protéiques est beaucoup plus liée à la quantité de lait qu'à la quantité de matières grasses.
- Une corrélation génétique négative entre la quantité de lait et le taux butyreux (TB) et la quantité de lait et le taux protéique (TP).
- Une corrélation génétique positive entre la quantité de matières grasses et le taux butyreux.

Pour l'étude des corrélations génétiques et phénotypiques entre la production laitière totale (PLt), la production laitière de référence (PLr), la production laitière journalière (PLj) et la durée de lactation (DL) chez les chèvres, on peut conclure que (Tableaux 8 et 9):

- Toutes les corrélations génétiques estimées dans ces études sont positives.
- Une corrélation moins élevée entre PLr et la DL qu'entre PLt et le DL, ce qui peut être dû à la standardisation de la durée de lactation.
- Une forte corrélation génétique entre la production laitière totale et la production laitière journalière.
- Une corrélation génétique très élevée entre la production laitière totale et la production laitière de référence, ce qui permet l'utilisation de la production laitière de référence comme indicatrice de la production laitière totale.

La connaissance des corrélations génétiques et phénotypiques des PLt et PLr permet l'utilisation du modèle d'évaluation multi-caractères pour optimiser l'utilisation de toutes les informations disponibles des lactations inachevées au moment de l'évaluation. Ceci peut aider à identifier les animaux ayant les valeurs génétiques élevées pour la PLt et donc augmenter le nombre d'animaux utilisés pour la sélection, et donc permet de maximiser les réponses à la sélection (Valencia et al., 2007).

**Tableau 5: Corrélations génétiques entre les caractères laitiers chez les chèvres**

Source	Race	QL	QL	QL	QL	QMG	QMG
		-	-	-	-	-	-
		TB	TP	QMG	QMP	QMP	TB
Analla et al. (1996)	Murciano-Granadina	-0,89	-0.65	-	-	0,93	-
Boichard et al. (1989)	Alpine	-	-	-	-	0,56	-
	Saanen						
	Alpine	-0,24	-	0,85	-	-	0,14
	LaMancha	-0,12	-	0,74	-	-	0,15
Iloeje et al. (1981)	Nubian	-0,17	-	0,52	-	-	0,18
	Saanen	-0,24	-	0,86	-	-	0,18
	Toggenburg	-0,14	-	0,86	-	-	0,18

**Tableau 6: Corrélations phénotypiques entre les caractères laitiers chez les chèvres**

Source	Race	QL	QL	QL	QL	QMG	QMG
		-	-	-	-	-	-
		TB	TP	QMG	QMP	QMP	TB
Analla et al. (1996)	Murciano-Granadina	-0,48	-0,47	-	-	0,54	-
Boichard et al. (1989)	Alpine Saanen	-	-	-	-	0,44	-
Rabasco et al. (1993)	Verata	-	-	0,82	0,68	0,81	-
Iloeje et al. (1981)	Alpine	-0,4	-	0,94	-	-	0,19
	LaMancha	-0,4	-	0,75	-	-	0,19
	Nubian	-0,5	-	0,94	-	-	0,19
	Saanen	-0,4	-	0,94	-	-	0,18
	Toggenburg	-0,5	-	0,94	-	-	0,18

**Tableau 7: Corrélations génétiques entre PLj, PLr, PLt et DL**

Source	Race	PLj	PLj	PLj	PLr	PLt	PLt
		PLr	PLt	DL	DL	DL	PLr
Valencia (2006)	Saanen (Plr=120jours)	-	-	-	0,53	0,58	0,98
Mavrogenis et al. (1989)	Damascus (Plr=90jours)	0,78	0,93	-	-	-	0,93
Kominakis et al. (2000)	Skopelos (Plr=90jours)	-	-	-	-	-	0,90
Constantinou et al. (1985)	Damascus (Plr=150jours)	-	-	-	0,54	0,71	0,95
Kennedy (1982)	Nubian	-	-	-	-	0,36	0,62
	Alpine						
	Saanen						
	Toggenburg	-	-	-	-	0,71	0,31

**Tableau 8 : Corrélations phénotypiques entre PLj, PLr, PLt et DL chez les chèvres**

Source	Race	PLr	PLt	PLj	PLj	PLt
		DL	DL	PLt	PLr	PLr
Valencia (2006)	Saanen (Plr=120jours)	0,30	0,45	-	-	0,83
Constantinou et al. (1985)	Damascus (Plr=150jours)	0,51	0,64	-	-	0,93
Mavrogenis et al. (1989)	Damascus (Plr=90jours)	-	-	0,59	0,84	0,78
Kominakis et al. (2000)	Skopelos (Plr=90jours)	-	-	-	-	0,80
Kennedy (1982)	Nubian	-	0,70	-	-	-
	Alpine, Saanen	-	0,65	-	-	-
	Toggenburg	-	-	-	-	0,23 à 0,10

## **7. Faiblesse du modèle de lactation de référence**

Plusieurs études ont discuté les faiblesses du modèle de lactation de référence (Jamrozik et Schaeffer, 1997 ; Tijani, 1999 ; Mayers et al., 2004). En effet, le modèle de lactation de référence :

- fait appel à des procédures de calcul des productions laitières totales à partir des contrôles laitiers mensuels, puis les standardise à la lactation de référence (méthode de Fleischmann). Ces procédures engendrent généralement de nombreuses erreurs ;
- ne tient pas compte de l'influence du jour de contrôle sur les productions laitières journalières et ainsi considère les effets de l'environnement constants. Or, ces effets changent au cours de la lactation. Par exemple :
  - des chèvres peuvent être traites trois fois par jour pendant les 1<sup>ers</sup> contrôles laitiers et seulement deux fois par jour pour les autres contrôles ;
  - des chèvres peuvent être déplacées vers d'autres troupeaux ;
  - des chèvres peuvent être gestantes seulement pendant les derniers contrôles laitiers ;
- suppose une forme générale de la courbe de lactation pour des chèvres de même race et même numéro de lactation sans mettre en évidence les différences dans la persistance de la production laitière des chèvres.

Pour remédier à ces faiblesses, les productions laitières journalières semblent être plus intéressantes comme base de l'évaluation génétique au lieu de la production laitière par lactation de référence. Dans ce sens, le système d'évaluation génétique basé sur le modèle de contrôle individuel a suscité beaucoup d'intérêts dans certains pays du monde.

## **8. Caractérisation du modèle de contrôle individuel**

### **8.1. Principe et avantages**

Le modèle de contrôle individuel appelé en anglais « test-day model » consiste en l'utilisation des productions laitières journalières comme variables de base dans le modèle d'analyse au lieu de la production laitière totale ou la production laitière de référence.

Actuellement, sept pays utilisent le modèle de contrôle individuel pour l'évaluation génétique nationale. Le Canada étant le premier pays dans le monde à l'avoir appliqué en 1999 (Togashi et Youkouchi, 2004).

Plusieurs études ont accordé une grande attention à ce modèle et ont discuté ses avantages (Jamrozik et Schaeffer, 1997; Jamrozik et al., 1997; Wiggans et Goddard, 1997; Vargaz et al., 1998; Tijani, 1999; Jensen, 2001; Mayers et al., 2004; Togashi et Youkouchi, 2004). Il ressort que :

- Il évite les erreurs dues à l'extension de la production laitière de référence.
- Il améliore la précision de l'estimation des effets de l'environnement en tenant compte de l'influence du jour de contrôle laitier sur la production laitière (ex : nombre de jours de lactation, nombre de traites...). De même, il permet d'évaluer l'efficacité de la gestion dans ce jour en tenant compte de l'effet troupeau-jour du contrôle ;
- Il augmente la précision de l'évaluation génétique en incluant toutes les informations disponibles dans le modèle d'analyse;
- Il permet une utilisation optimale des informations des contrôles journaliers. Ceci a plus d'intérêt dans les pays où le contrôle laitier n'est pas bien établi. De même, le coût du contrôle laitier peut être réduit en prolongeant l'intervalle entre les contrôles ou en alternant les contrôles de la traite du matin et du soir ;
- Il met en évidence les écarts génétiques entre les individus dans la courbe de lactation et permet l'évaluation génétique de la persistance de production laitière ;
- Il offre la possibilité d'une sélection précoce des reproducteurs, puisque les 1<sup>ers</sup> contrôles laitiers peuvent être utilisés pour estimer les valeurs génétiques des animaux.

Cependant, ce système nécessite beaucoup de calcul, en raison des bases de données plus larges, et beaucoup de paramètres à estimer, comparé au modèle de lactation de référence (Jamrozik et al., 1997 ; Jensen, 2001).

## **8.2. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière journalière**

Les principaux facteurs du milieu qui influencent de manière significative la production laitière journalière sont l'année de chevretage, l'âge au chevretage, le numéro de lactation, le stade de lactation, le jour de contrôle, la taille de portée, la saison de chevretage et la durée de lactation, ainsi que les interactions troupeau x année de chevretage, année de chevretage x jour de contrôle et année de chevretage x saison de chevretage (Mavrogenis et al., 1989; Keskin, 2006; Zumbach et al., 2008).

Ainsi, selon une étude réalisée sur les chèvres de race Alpine dans le domaine de Douiet, Lakhdar (2004) a rapporté que le jour de contrôle a un effet très hautement significatif sur la production laitière journalière. Effectivement, l'introduction de ce facteur permet de tenir compte des conditions spécifiques au moment du contrôle, qui changent d'un instant à l'autre et d'un animal à l'autre (les conditions climatiques, les traitements sanitaires, la fréquence de traites, le stade de gestation, l'effet troupeau).

Cependant, Meyer et al. (1989) ont proposé de tenir compte dans le modèle d'analyse de l'effet fixe de l'âge au jour de contrôle et non pas de l'âge à la mise-bas. Toutefois, Stanton et al. (1992) ont préconisé plutôt l'utilisation de l'âge à la mise-bas car il est calculé une seule fois par lactation. De plus, cet âge explique plus de variation des productions journalières que l'âge au jour de contrôle. En revanche, Stanton et al. (1992) ont rapporté que la saison de production est beaucoup plus importante que la saison de mise-bas. En d'autres termes, l'effet de la saison sur la courbe de lactation est dû essentiellement à la saison de production qu'à la saison de mise-bas.

## **8.3. Héritabilité de la production laitière journalière**

L'estimation de l'héritabilité de la production laitière journalière varie de 0,20 à 0,37 selon les modèles d'estimation, la race et le numéro de lactation (Tableau 12). En effet, l'héritabilité diminue de la 1<sup>ère</sup> à la 2<sup>ème</sup> lactation, puis elle augmente à une valeur maximale en 3<sup>ème</sup> lactation (Mavrogenis, 1989 ; Zumbach et al., 2008).

**Tableau 9 : Estimation de l'héritabilité de la quantité journalière de lait chez les chèvres**

Source	Race	Modèle d'estimation	Rang de lactation	QLJ
Mavrogenis et al. (1989)	Damascus	-	-	0,31
Zumbach et al. (2008)	-	Modèle de répétabilité	1	0,27
			2	0,20
			3	0,37
			1	0,28
			2	0,27
		Modèle de régression aléatoire	3	0,37
Lakhdar (2004)	Alpine	-	-	0,37

## **9. Evaluation génétique**

L'évaluation génétique consiste à estimer la valeur génétique additive de l'animal à évaluer à partir des performances du candidat lui-même ou de celles des animaux qui lui sont apparentés (Minvielle, 1990 ; Ducroq, 1990). Les recherches sur de nouvelles méthodes d'évaluation génétique ont toujours répondu au même objectif : fournir aux praticiens des estimations de valeurs génétiques de leurs animaux de plus en plus fiables et précises. Cette valeur estimée ou index permet de classer et de comparer les reproducteurs dans différents environnements, mesurer leur évolution passée et de prévoir leur évolution future.

D'une manière générale, tout protocole d'évaluation génétique nécessite l'identification des animaux, la connaissance de leur filiation, ainsi que leurs performances. La qualité et la quantité des données sont deux facteurs particulièrement importants pour assurer la réussite de l'évaluation génétique. Actuellement, seule la méthode BLUP permet de se rapprocher d'une évaluation idéale en s'affranchissant des nombreuses hypothèses implicites ou explicites des anciennes méthodes d'évaluation.

### **9.1. Méthodes d'évaluation génétique**

Il y a plusieurs méthodes qui ont été utilisées pour l'estimation des valeurs génétiques des animaux notamment, la comparaison des performances des filles à celles de leurs mères, la méthode de herd-mate, la comparaison des contemporaines et l'index de sélection. Cependant ces méthodes ont été abandonnées à cause de certaines défaillances (Pirchner, 1983 ; Boujenane, 1996) dont :

- Les animaux produisent dans des élevages de niveaux différents.
- Les animaux sont contrôlés à des âges différents.
- Les groupes des contemporains peuvent avoir des niveaux génétiques différents.
- Certains reproducteurs ont un meilleur conjoint que d'autres.

Face à ces lacunes, Henderson (1973) a développé la méthode BLUP (Best Linear Unibased Prediction= meilleure prédiction linéaire non biaisée) qui est considérée comme une extension de la méthode classique des index de sélection.

## 9.2. Méthode d'évaluation génétique BLUP

Cette méthode consiste à estimer les valeurs génétiques des animaux à évaluer tout en corrigeant simultanément pour les effets de l'environnement. Ceci n'est possible qu'à travers un estimateur de l'ensemble des valeurs génétiques de la population, plus connu sous le nom de « BLUP ».

La méthodologie BLUP présente des propriétés particulièrement intéressantes :

- Toutes les relations de parenté sont utilisées ; tous les animaux apparentés, qu'il s'agisse d'ascendants, de descendants ou de collatéraux, interviennent d'autant plus qu'ils sont de plus proches parents de l'individu considéré.
- Les mâles et les femelles sont évalués en même temps.
- Les effets de milieu sont estimés simultanément que les valeurs génétiques, de façon à ne pas biaiser l'évaluation de ces dernières. Ceci résulte en une différence minimale entre la vraie valeur génétique et la valeur génétique estimée.
- La sélection et la pratique d'accouplements dirigés sont rigoureusement prises en considération. Il en est de même de la consanguinité ou de la dérive génétique liée à l'utilisation d'un faible effectif de reproducteurs.
- Sous la normalité, la probabilité du classement correct des valeurs génétiques est maximisée.

Toutefois, pour que ces propriétés soient effectives, certaines conditions doivent absolument être respectées, dont :

- Une description correcte des effets génétiques et environnementaux lors du choix d'un modèle. Ainsi, ignorer certains effets ayant une influence réelle sur les performances conduit à des estimations biaisées des valeurs génétiques. Inversement, l'inclusion dans le modèle de facteurs de variation à effets sans importance réelle diminue la précision des valeurs génétiques et accroît le risque de déconnexion dans l'évaluation.
- Les interactions entre effets fixes, ayant des effets significatifs sur les performances testées, doivent être considérées dans le modèle d'analyse.

- La connaissance de la variance génétique de la population de base, supposée non consanguine et non sélectionnée, ainsi que l'ensemble des relations de parenté entre les animaux inclus dans l'évaluation.
- Toutes les données ayant servi aux opérations de sélection depuis la population de base et sur l'ensemble des caractères liés au caractère auquel on s'intéresse doivent être incluses dans l'analyse.
- Les différences génétiques entre régions, entre troupeaux, entre classes d'âge ne sont correctement estimables que si les connexions génétiques sont fiables et non soumises à des traitements préférentiels (Ducroq, 1990 ; Dempfle et Hagger, 1983).

La méthodologie BLUP peut être appliquée à différents modèles (père, père / grand-père maternel, animal...). Cependant, la méthode BLUP appliquée à un modèle animal est considérée actuellement comme la procédure optimale d'évaluation des reproducteurs. L'expression « modèle animal » signifie que dans le modèle d'analyse, c'est l'individu réalisant la performance qui est considéré (on parle aussi de modèle individuel) et non pas son père ou son grand-père maternel.

Les estimations des valeurs génétiques par la méthode BLUP appliquée à un modèle animal ne sont pas biaisées et permettent de comparer entre eux tous les animaux de la population analysée, même s'ils ne sont pas contemporains. Par conséquent, elles permettent aussi de mesurer les différences génétiques entre régions ou entre troupeaux, ainsi que le progrès génétique réalisé (Bonaiti et al., 1990).

## **Conclusion**

Il ressort de cette étude bibliographique que la race Draa a une production et des aptitudes laitières intéressantes. Par ailleurs, la production laitière des chèvres est significativement influencée par les facteurs d'environnement. De plus, les valeurs des paramètres génétiques sont variables selon la race et la méthode d'estimation.

On peut aussi conclure que le modèle de contrôle individuel permet une évaluation plus précise que celle basée sur la lactation totale ou de référence.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **1. Objectif**

L'analyse des données du contrôle laitier, réalisé à la station caprine de Skoura, a pour objectif l'étude de la production laitière des chèvres de race Draa à travers :

- La détermination des facteurs de l'environnement.
- L'estimation des paramètres génétiques et phénotypiques.
- L'évaluation génétique des animaux.
- L'estimation du progrès génétique réalisé par sélection.

### **2. Origine des données**

Les données analysées dans cette étude proviennent des résultats du contrôle laitier, de reproduction et de croissance des caprins de race Draa collectés à la station de Skoura. Les fichiers de données qui ont été exploités comportent les informations relatives à :

- La généalogie (numéro de la chèvre, numéro du père, numéro de la mère) et la date de naissance;
- Aux contrôles laitiers mensuels (quantité de lait aux différents contrôles laitiers mensuels) et leurs dates de contrôle;
- Aux résultats de reproduction (date de saillie, date de chevretage, taille de portée à la naissance, poids corporel à la mise bas et date de tarissement).

Les lactations sont réalisées par 293 chèvres de race Draa nées entre 1987 et 1999 et ayant mis bas entre 1988 et 2005.

### **3. Présentation de la station caprine de Skoura**

La station caprine de Skoura est située à une quarantaine de kilomètres au sud-est de Ouarzazate. Le climat dominant dans la région est de type continental présaharien à hiver froid à relativement frais et à été chaud. La pluviométrie moyenne calculée sur les 20 dernières années est de 140 mm variant selon les années de 80 à 170 mm. Les températures moyennes varient entre 2°C au mois de janvier et 39°C au mois de juillet.

### **3.1. Matériel animal**

Les chèvres constituant le troupeau objet de cette étude ont été achetées en 1982 dans la vallée de Draa. Le troupeau a été placé dans la station de Tinzouline (à 40 km au Nord de Zagora) avant d'être transféré en 1983 à Skoura. L'effectif de départ était constitué de 80 chèvres et a varié selon les années entre 55 et 160 chèvres.

La station a été créée dans le but d'étudier les performances de production et de reproduction de la race caprine Draa et de produire des caprins laitiers améliorés destinés à être cédés aux éleveurs dans le cadre d'un programme de vulgarisation.

### **3.2. Mode de conduite des animaux**

Les caprins sont conduits en stabulation permanente dans une chèvrerie aménagée, permettant la séparation des animaux selon le sexe, l'âge et l'état physiologique. Les lots sont constitués de groupes de femelles sans lien de parenté avec les boucs. Le choix des boucs destinés à la reproduction est basé sur leur vigueur et la qualité laitière de leurs mères. Les chèvres sont mises en lutte 2 à 3 mois après la mise en bas. Elles sont séparées des boucs en fin de gestation et en début de la lactation. Les jeunes sont séparés de leurs mères à l'âge de 3 mois.

### **3.3. Conduite alimentaire**

Il y a eu deux périodes distinctes sur le plan alimentaire. De 1982 à 1994, l'alimentation des chèvres était à base de fourrage vert (luzerne), de foin de luzerne, de paille et de concentré (pulpe sèche de betterave, datte, orge, son et aliment composé). A partir de 1994, les animaux n'ont plus bénéficié de fourrage vert. L'alimentation distribuée était à base de foin de luzerne, luzerne déshydratée, son de blé, dattes, aliment composé et pulpe sèche de betterave.

### **3.4. Conduite prophylactique**

En matière de prophylaxie, les animaux bénéficiaient régulièrement de vaccinations préventives contre l'entérotoxémie. Les actions curatives ont concerné le traitement des maladies parasitaires, des coccidioses, des mammites, et à partir de 2003 lymphadénite.

#### **4. Contrôles de la production laitière**

Dans la station caprine de Skoura, le contrôle de la production laitière est effectué une fois par semaine. Le 1<sup>er</sup> contrôle a lieu après la phase colostrale et avant la fin de la 1<sup>ère</sup> semaine qui suit la mise bas. Ainsi, les chevreaux sont séparés de leurs mères la veille du jour de traite à 17H. Ils tètent après la traite de 8H, puis ils restent séparés de leurs mères jusqu'à 17H. La traite est faite manuellement. La production issue de chaque traite et par chèvre est pesée et enregistrée sur la fiche de lactation de la chèvre.

#### **5. Préparation des données**

La préparation des données a pour objectif la création des fichiers d'analyse pour la production laitière totale, la production laitière de référence et la production laitière journalière. Elle est réalisée en passant par plusieurs étapes.

Dans un premier temps, une base de données a été créée à l'aide du logiciel RBASE. Elle a servi à la saisie des données concernant la généalogie, les données de reproduction, les contrôles laitiers mensuels et les dates des contrôles (Figure 3). Notons que, les contrôles sont fait une fois par semaine, mais on a choisit un contrôle sur 4 contrôles.

Par la suite, un programme FORTRAN a été écrit pour calculer les variables suivantes (Figure 4) :

- Age au chevretage
- Durée de lactation
- Production laitière totale
- Production laitière de référence
- Age au premier chevretage
- Intervalle chevretage - saillie fécondante
- Durée de gestation
- Intervalle chevretage - chevretage
- Durée de tarissement

```

NUMERO DE LA CHEURE:
NUMERO DU PERE:
DATE DE NAISSANCE:
NUMERO DE LACTATION:
POIDS VIF DE LA CHEURE A LA MISE BAS:
DATE DE SAILLIE:
DATE DU CONTROLE 1:
DATE DU CONTROLE 2:
DATE DU CONTROLE 3:
DATE DU CONTROLE 4:
DATE DU CONTROLE 5:
DATE DU CONTROLE 6:
DATE DU CONTROLE 7:
DATE DU CONTROLE 8:
DATE DU CONTROLE 9:
DATE DU CONTROLE 10:

NUMERO DE LA MERE:
DATE DE MISE BAS:
TAILLE DE PORTEE A LA NAISSANCE:
DATE DE TARISSEMENT:
PL MATIN 1:
PL MATIN 2:
PL MATIN 3:
PL MATIN 4:
PL MATIN 5:
PL MATIN 6:
PL MATIN 7:
PL MATIN 8:
PL MATIN 9:
PL MATIN 10:
PL SOIR 1:
PL SOIR 2:
PL SOIR 3:
PL SOIR 4:
PL SOIR 5:
PL SOIR 6:
PL SOIR 7:
PL SOIR 8:
PL SOIR 9:
PL SOIR 10:

[ESC] Done [F2] Clear field [Shift-F2] Clear to end [Shift-F10] More
Form: laitform Table: LAIT Field: NUANIM Page: 1

```

Figure 3: Structure du formulaire de saisie des données

Invite de commandes - edit plj															
Fichier	Edition	Recherche	Affichage	Options	?										
C:\donnee\CHEURE1.DAT															
92122	65	0011	1	9	1994	23	0	.0	145	35.1	29.7	717	0	0	0
92122	65	0011	2	5	1995	31	2	26.0	139	62.4	59.5	0	0	0	230
92122	65	0011	3	2	1997	52	1	29.0	119	82.3	82.3	0	0	0	636
92125	65	0432	1	3	1995	29	1	26.0	133	45.8	42.0	890	0	0	0
92125	65	0432	2	3	1996	41	1	25.0	99	53.8	53.8	0	188	154	342
92125	65	0432	3	12	1996	50	1	29.0	98	53.9	53.9	0	129	152	281
92125	65	0432	4	4	1998	67	1	27.0	75	43.6	43.6	0	0	0	499
92128	68	0140	1	10	1994	22	0	.0	131	46.8	42.4	689	0	0	0
92133	315	0058	1	3	1995	27	1	24.0	161	65.8	53.7	836	0	0	0
92137	68	0459	1	1	1995	24	1	20.0	96	33.4	33.4	747	0	0	0
93002	315	0424	1	6	1995	28	2	26.0	142	38.5	32.7	861	0	0	0
93002	315	0424	2	5	1996	39	1	24.0	126	62.3	62.0	0	172	152	324
93005	315	0112	1	1	1995	24	1	22.0	108	44.4	44.4	724	0	0	0
93005	315	0112	2	1	1996	35	1	26.0	98	61.6	61.6	0	191	155	346
93005	315	0112	3	12	1996	47	1	29.0	149	67.0	54.4	0	188	153	341
93008	315	0447	1	1	1995	23	1	22.0	93	38.2	38.2	698	0	0	0
93008	315	0447	2	1	1996	35	1	24.0	93	59.6	59.6	0	213	151	364
93021	315	0421	1	1	1995	22	1	24.0	108	37.6	37.6	670	0	0	0
93039	304	0321	1	11	1995	29	2	24.0	115	79.9	79.9	896	0	0	0
93039	304	0321	2	12	1996	42	1	27.0	96	51.8	51.8	0	229	154	383
93054	315	0415	1	2	1996	30	1	29.0	91	44.1	44.1	916	0	152	0
93054	315	0415	2	12	1996	40	1	29.0	103	55.3	55.3	0	143	153	296
93107	511	0057	1	11	1995	25	1	22.0	122	39.4	39.4	760	0	0	0
93107	511	0057	2	11	1996	37	1	23.0	98	45.5	45.5	0	204	156	360
94006	91112	0181	1	11	1995	22	1	21.0	122	49.3	49.3	666	0	0	0

Figure 4 : Fichier des données analysées

Les productions laitières totales et de référence ont été calculées à partir des contrôles laitiers mensuels en utilisant la méthode de FLEISCHMANN. Le principe de la méthode est comme suit :

- La quantité de lait entre la mise bas et le 1<sup>er</sup> contrôle laitier = Quantité de lait au 1<sup>er</sup> contrôle laitier x Nombre de jours entre la mise bas et le 1<sup>er</sup> contrôle laitier
- La quantité de lait entre deux contrôles laitiers successifs = Moyenne des quantités de lait obtenues aux deux contrôles laitiers successifs x Nombre de jours entre les deux contrôles laitiers
- La quantité de lait entre le dernier contrôle laitier et le tarissement = Quantité de lait au dernier contrôle laitier x 14 jours
- La quantité de lait par lactation totale = Somme des quantités de lait obtenues aux différentes périodes de la durée de lactation totale

Concernant la production laitière par lactation de référence, deux cas se présentent :

- Pour les chèvres dont la durée de lactation dépasse la durée de lactation de référence, la production laitière est standardisée à la durée de référence.
- Pour les chèvres dont la durée de lactation est inférieure à la durée de lactation de référence, la production laitière de référence est égale à la production laitière totale.

## **6. Définition de la lactation de référence**

Dans le cas des chèvres laitières, il est difficile de définir une lactation de référence standard, comme c'est le cas chez les vaches laitières, car les systèmes d'élevage peuvent différer infiniment. C'est pour cela que l'ICAR (Comité International pour le Contrôle des Performances en Elevage) a recommandé de définir pour chaque race et chaque catégorie de chèvres (âge ou nombre de lactations) la lactation de référence qui convient.

Dans notre cas, la durée de lactation de référence choisie est de 120 jours. Ce choix est basé sur la moyenne et la distribution des fréquences de la durée de lactation des chèvres étudiées.

## **7. Elimination des informations incomplètes et des données aberrantes**

Les lactations dont certaines informations sont incomplètes ou manquantes (date de naissance, date de chevretage, taille de portée ou numéro de lactation) ont été éliminées. Ce tri a conduit à une base de données incluant 935 lactations.

À partir des résultats obtenus suite aux analyses statistiques préliminaires, les variables dont la valeur est supérieure ou inférieure à la valeur moyenne  $\pm 3$  fois l'écart type, ou les classes qui ont un nombre réduit de données ont été éliminées. C'est ainsi que l'élimination a concerné les numéros de lactation supérieurs à 8 qui représentent 1% du total, les lactations issues des chevretages de 2001 qui représentent 2,6% et les lactations dont la taille de portée à la naissance est supérieure à 2 qui représentent 1,7%. En définitive, le fichier analysé est composé de 694 lactations issues de 293 chèvres.

## **8. Détermination des effets des facteurs non génétiques**

L'analyse de la variance de la production laitière de référence, la production laitière journalière et la durée de lactation a été effectuée en utilisant la procédure Mixed du logiciel SAS (1996). Les modèles statistiques utilisés pour l'analyse de la production laitière de référence et la durée de lactation incluent l'effet aléatoire de la chèvre et les effets fixes du numéro de lactation (4 niveaux : 1, 2, 3 et 4 ou plus), de la classe d'âge au chevretage (5 niveaux :  $\text{Age} \leq 24$ ,  $24 < \text{Age} \leq 36$ ,  $36 < \text{Age} \leq 48$ ,  $48 < \text{Age} \leq 60$ ,  $\text{Age} \geq 60$  mois), de la saison de chevretage (2 niveaux : octobre à mars et avril à septembre), de l'année au chevretage (13 niveaux : 1988, 1989, ..., 2000) et de la taille de portée (2 niveaux : 1 et 2).

Le modèle utilisé pour l'analyse de la production laitière journalière inclut, en plus des effets fixes et aléatoire inclus dans les modèles d'analyse des 2 variables précédentes, l'effet fixe de la classe du stade de lactation (nombre de jours en lactation calculé à partir du nombre de jours entre la mise bas et un contrôle laitier quelconque) (9 niveaux :  $5 < \text{DIM} \leq 35$ ,  $35 < \text{DIM} \leq 65$ ,  $65 < \text{DIM} \leq 95$ ,  $95 < \text{DIM} \leq 125$ ,  $125 < \text{DIM} \leq 155$ ,  $185 < \text{DIM} \leq 215$ ,  $155 < \text{DIM} \leq 185$ ,  $215 < \text{DIM} \leq 245$ ,  $245 < \text{DIM} \leq 275$  jours de lactation) et l'effet fixe du jour de contrôle laitier (154 niveaux).

## 9. Calcul des coefficients de correction

Les coefficients de correction additive et multiplicative des facteurs non génétiques dont les effets sont significatifs sur la production laitière de référence ont été calculés à partir des solutions des effets fixes.

Ainsi, les coefficients de correction additive sont obtenus comme la différence entre la solution d'une classe de facteur et la solution de la classe du facteur choisie comme classe de référence. Les coefficients de correction multiplicative correspondent au rapport entre la valeur de la classe de référence et la valeur de chacune des autres classes du facteur. Ces valeurs sont égales à la différence entre la solution d'une classe du facteur et la solution de la classe de base qui a le maximum d'observations plus la moyenne arithmétique de la classe de base.

## 10. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques

La connaissance des paramètres génétiques et phénotypiques est une étape indispensable dans tout programme de sélection.

Les composantes de la variance et l'héritabilité de la production laitière de référence, la production laitière journalière et la durée de lactation ont été estimées par le logiciel MTDFREML (Multi-Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood) (Boldman et al., 1993) à partir de 694 lactations et 293 animaux dont 272 sont des chèvres avec performances. Le modèle d'analyse utilisé est le modèle animal unicaractère de type répétitif suivant :

$$y = Xb + Za + We_p + e$$

Avec :

**y**= Vecteur des observations de la production laitière de référence, de la production laitière journalière et de la durée de lactation

**b**= Vecteur des effets fixes

**a**= Vecteur des valeurs génétiques additives  $\sim N(0, A\sigma_a^2)$

**e<sub>p</sub>**= Vecteur des effets aléatoires de l'environnement permanent  $\sim N(0, I_c\sigma_{ep}^2)$

**e**= Vecteur des effets aléatoires résiduels  $\sim N(0, I_n\sigma_e^2)$

**X**= Matrice d'incidence qui relie les observations aux effets fixes

**Z** = Matrice d'incidence qui relie les observations aux valeurs génétiques additives

**W**= Matrice d'incidence qui relie les observations aux effets de l'environnement permanent

$\sigma^2_a$ = Variance génétique additive

$\sigma^2_{ep}$ = Variance de l'environnement permanent

$\sigma^2_e$  = Variance de l'erreur résiduelle

**A** = Matrice des relations additives

**I<sub>c</sub>** = Matrice identité de dimension égale à 272 pour la production laitière de référence, la production laitière journalière et la durée de lactation

**I<sub>n</sub>** = Matrice identité de dimension égale à 694 pour la production laitière de référence, la production laitière journalière et la durée de lactation

Les effets fixes inclus dans le modèle d'estimation des composantes de la variance sont ceux qui se sont avérés significatifs suite à l'analyse de la variance. Ainsi, pour la production laitière de référence, les effets fixes pris en considération sont la saison de chevretage, l'année de chevretage et la taille de portée à la naissance. Pour la durée de lactation, ce sont la saison de chevretage et l'année de chevretage. Alors que ceux inclus dans le modèle de la production laitière journalière sont le numéro de lactation, l'âge au chevretage, l'année de chevretage, la taille de portée à la naissance, le stade de lactation et le jour de contrôle. Les niveaux des facteurs sont identiques à ceux utilisés dans l'analyse de la variance.

L'héritabilité des trois caractères a été estimée par la formule suivante : 
$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

La répétabilité a été estimée en utilisant la formule suivante : 
$$r = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{ep}^2}{\sigma_p^2}$$

Avec :

$\sigma_a^2$  : Variance génétique additive

$\sigma_{ep}^2$  : Variance de l'environnement permanent

$\sigma_p^2$  : Variance phénotypique

## **11. Evaluation génétique et estimation des progrès génétique**

L'estimation des valeurs génétique additives a été faite pour tous les animaux (chèvres, pères et mères) par la méthode BLUP appliquée au modèle animal en utilisant le programme MTDFREML.

Le progrès génétique a été estimé à partir des valeurs génétiques additives des 272 chèvres nées entre 1987 et 1998. L'année de naissance 1999 a été éliminée du fait qu'elle n'inclut qu'une seule chèvre. Le progrès génétique a été estimé à l'aide de la procédure REG du logiciel SAS en calculant le coefficient de régression de la valeur génétique additive de chaque chèvre sur son année de naissance.

# RESULTATS

## Introduction

Dans cette partie, nous présenterons les résultats de l'analyse des données des chèvres de race Draa. Nous commencerons par les valeurs moyennes et les distributions de fréquences des performances de reproduction et de production laitière, puis nous déterminerons les effets des facteurs de l'environnement sur la production laitière. Par la suite, nous procéderons à l'estimation des paramètres génétiques et phénotypiques de la quantité de lait ainsi que les valeurs génétiques additives et le progrès génétique réalisé.

## 1. Quelques remarques sur la qualité des données analysées

L'analyse des données du contrôle laitier des chèvres de race Draa de la station Skoura a révélé des lacunes dans l'enregistrement des données. En effet :

- Les numéros d'identification des pères ou des mères de certaines chèvres sont absents. Ceci aboutit à des estimations peu précises des valeurs génétiques additives. Il faudrait dans le futur veiller à ce que les enregistrements soient complets.
- Les données relatives aux dates de mise-bas, de naissance, de saillie et de tarissement, à la taille de portée à la naissance et au poids vif des chèvres à la mise bas sont manquantes. Ceci se traduit par la réduction de la taille du fichier analysé et de la précision de l'évaluation génétique des chèvres.

## 2. Caractérisation de la race Draa

### 2.1. Répartition des lactations selon le numéro de lactation

Le numéro de lactation des chèvres de race Draa dans la station de Skoura varie de 1 à 11. Néanmoins, 55% des chèvres sont en 1<sup>ère</sup> lactation et en 2<sup>ème</sup> lactation, alors que les lactations d'ordre 4 et plus constituent 30% de l'ensemble des données (Figure 5).

### 2.2. Répartition des lactations selon le mois de chevretage

Les chèvres de la station de Skoura ont des mises bas étalées tout au long de l'année. Toutefois, les mois où la fréquence des mises bas est élevée sont février, mars et avril avec

respectivement 12%, 10,5% et 12,2%, alors que les mois où la fréquence est faible sont juin et septembre avec respectivement 4,7% et 3,1% des chevretages (Figure 6).

### **2.3. Répartition des lactations selon l'année de chevretage**

Les chevretages des chèvres Draa à la station de Skoura ont eu lieu entre 1988 et 2005. Le nombre de mises bas a diminué au cours des années. En effet, 62,6% des chevretages ont eu lieu entre 1989 et 1996 et seulement 4,5% entre 2003 et 2005 (Figure 7).

### **2.4. Performances de reproduction**

#### **2.4.1. Age au premier chevretage**

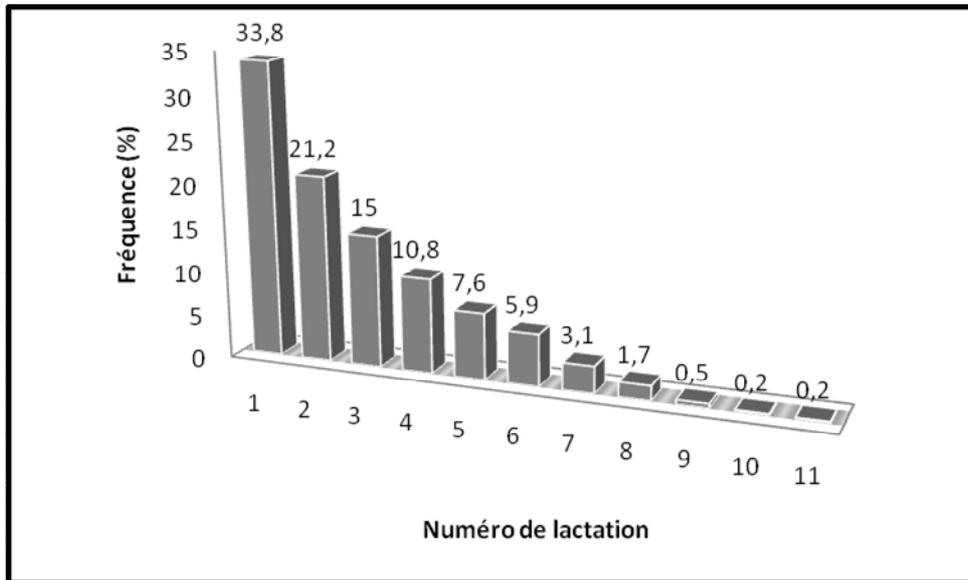
À la station de Skoura, l'âge au premier chevretage des chèvres de race Draa est en moyenne de 766 jours, soit 2,1 ans, avec un écart-type de 234 jours (Tableau 10). Les chevretages ayant lieu pour la 1<sup>ère</sup> fois avant l'âge de 19 mois sont rares et représentent 14,8% de l'ensemble des chevretages. En revanche, ceux ayant lieu après l'âge de 27 mois représentent plus de 32% (Figure 8).

#### **2.4.2. Intervalle chevretage - saillie fécondante**

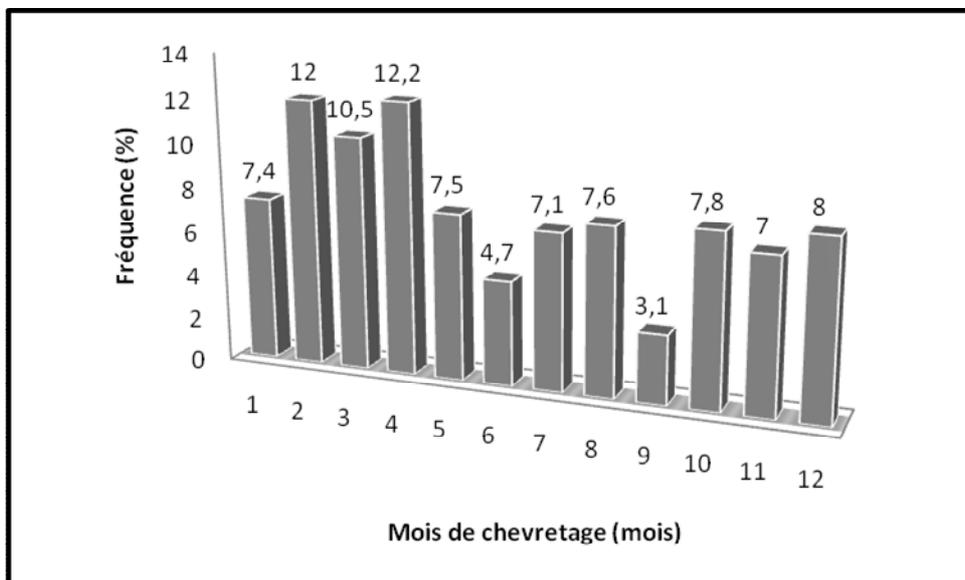
Chez les chèvres de race Draa, l'intervalle chevretage - saillie fécondante est en moyenne de 206 jours, avec un écart-type de 138 jours (Tableau 10). Un faible pourcentage de chèvres (9,5%) ont réussi leurs saillies fécondantes durant les 90 jours qui ont suivi le chevretage, tandis que presque 60% ont été fécondées entre 90 et 210 jours et 17% l'ont été 270 jours après le chevretage (Figure 9).

#### **2.4.3. Intervalle chevretage - chevretage**

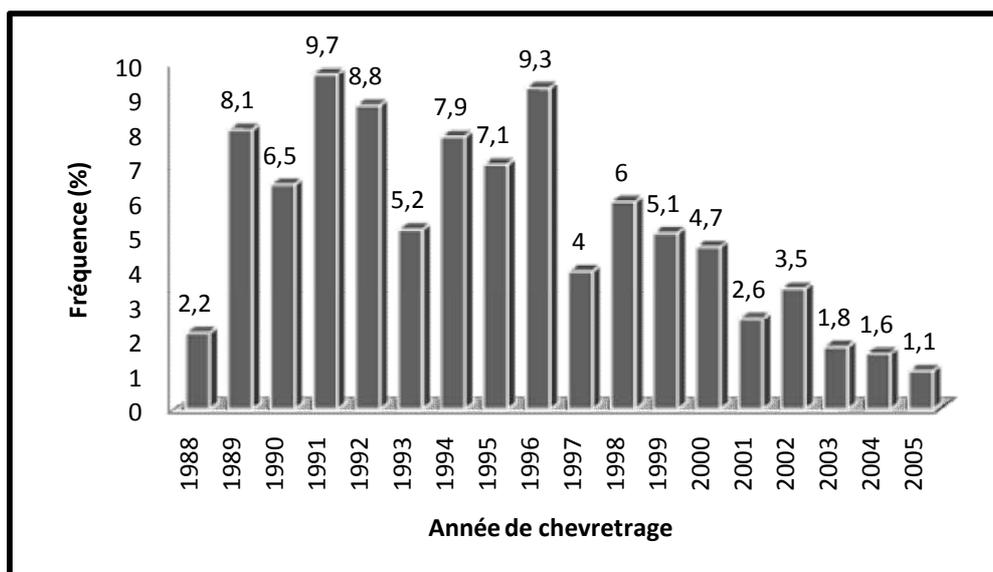
L'intervalle entre deux chevretages successifs des chèvres de race Draa est en moyenne de 357 jours, soit 11,9 mois, avec un écart-type de 157 jours (Tableau 10). Presque 36,5% des chèvres ont un intervalle chevretage-chevretage qui dépasse la moyenne, et seulement 8,8% des chèvres ont un intervalle inférieur à 210 jours (Figure 10).



**Figure 5 : Répartition des lactations des chèvres de race Draa selon le numéro de lactation (n=935)**



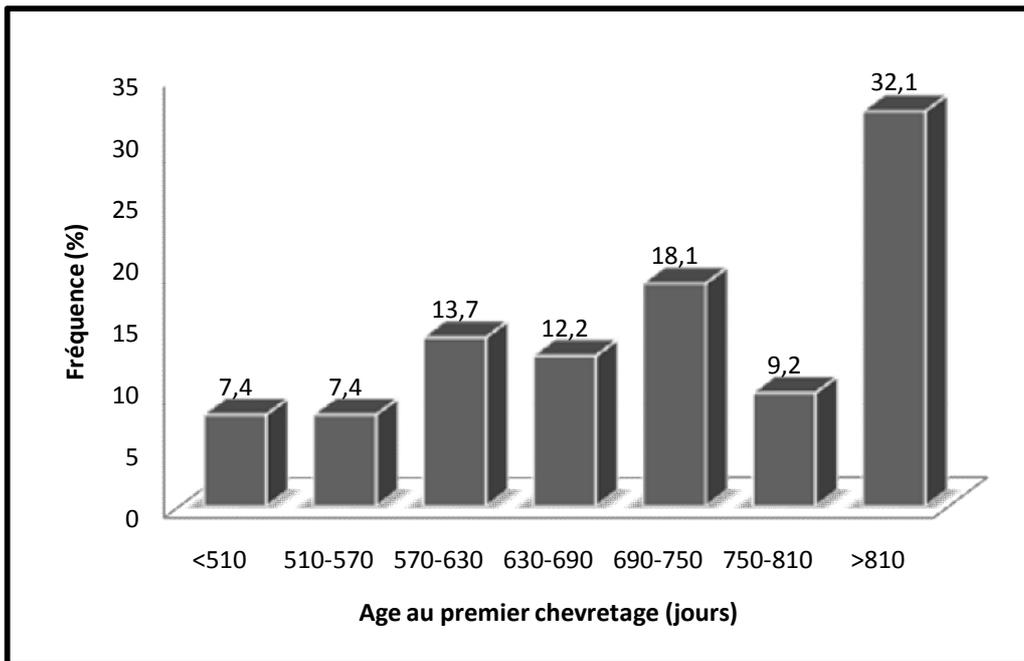
**Figure 6 : Répartition des lactations des chèvres de race Draa selon le mois de chevretage (n=935)**



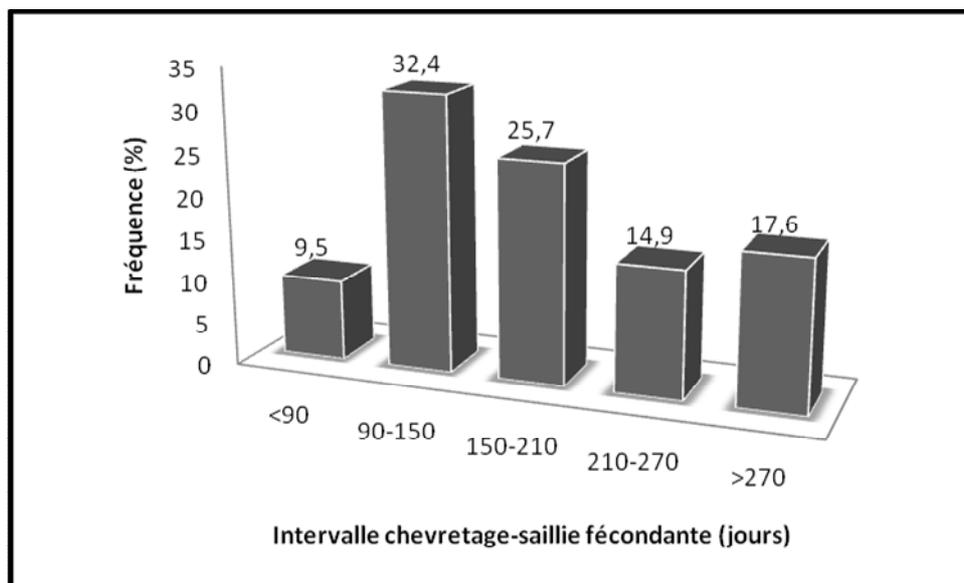
**Figure 7 : Répartition des lactations des chèvres de race Draa selon l'année de chevretage (n=935)**

**Tableau 10 : Moyenne arithmétique, écart-type, minimum (Min) et maximum (Max) des paramètres de reproduction des chèvres de race Draa**

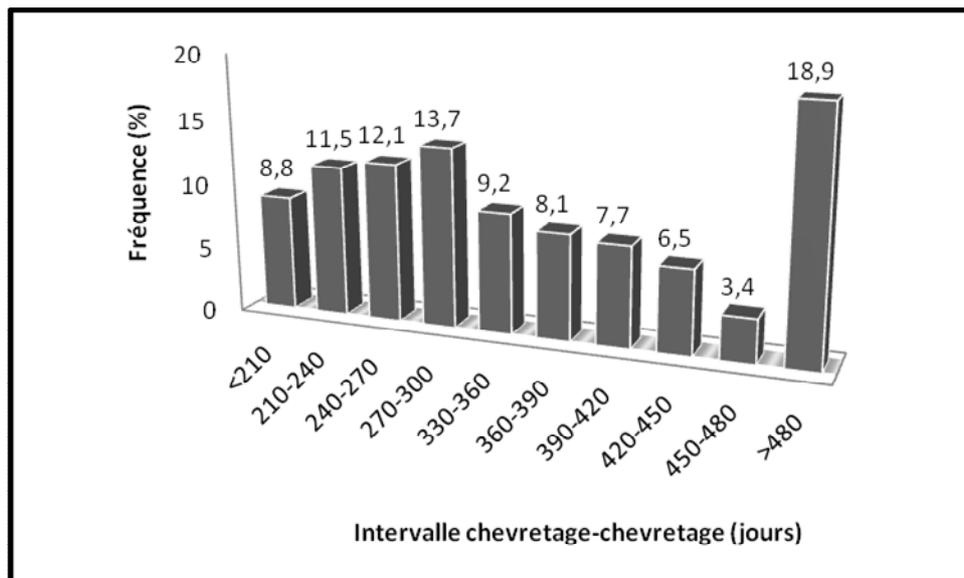
Paramètre	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Min.	Max.
Age au premier chevretage (mois)	271	766	234	236	1478
Intervalle chevretage-saillie fécondante (jours)	74	206	138	11	683
Durée de gestation (jours)	102	156	11,8	120	208
Intervalle chevretage-chevretage (jours)	555	357	157	113	1268
Taille de portée à la naissance	841	1,40	0,53	1	3
Poids corporel à la mise bas (kg)	792	31,3	6,38	16	55



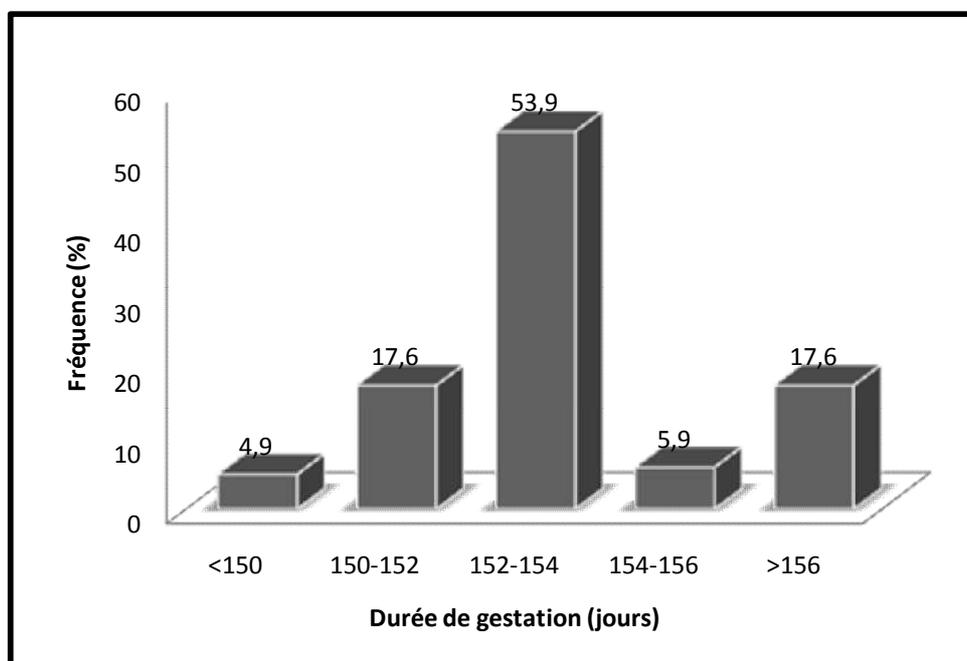
**Figure 8 : Distribution des fréquences de l'âge au premier chevretage des chèvres de race Draa (n=271)**



**Figure 9 : Distribution des fréquences de l'intervalle chevretage – saillie fécondante des chèvres de race Draa (n=74)**



**Figure 10 : Distribution des fréquences de l'intervalle chevretage – chevretage des chèvres de race Draa (n=555)**



**Figure 11 : Distribution des fréquences de la durée de gestation des chèvres de race Draa (n=102)**

#### ***2.4.4. Durée de gestation***

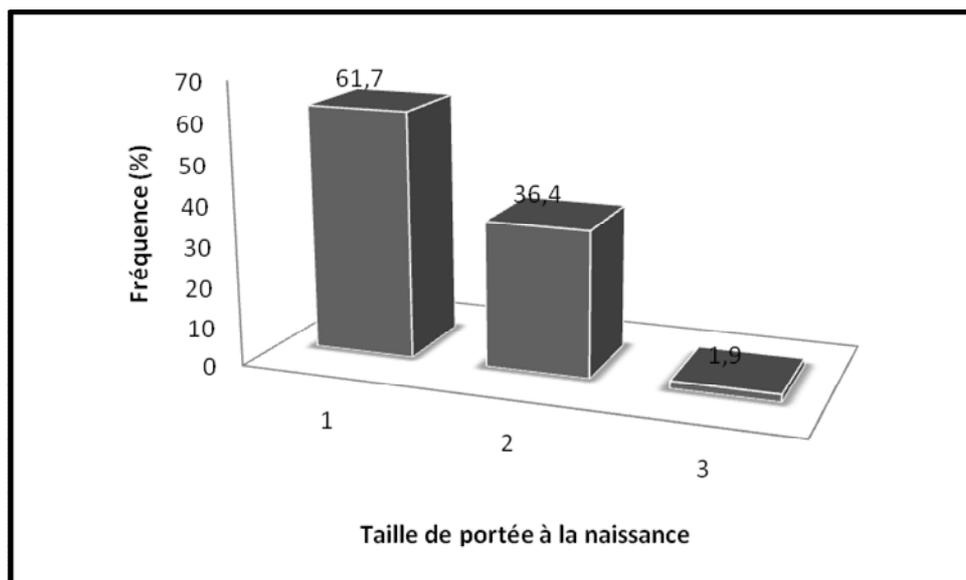
La moyenne de la durée de gestation des chèvres de race Draa est de 156 jours, avec un écart-type de 11,8 jours (Tableau 10). La classe modale (53,9%) correspond à la classe 152-154 jours (Figure 11).

#### ***2.4.5. Taille de portée à la naissance***

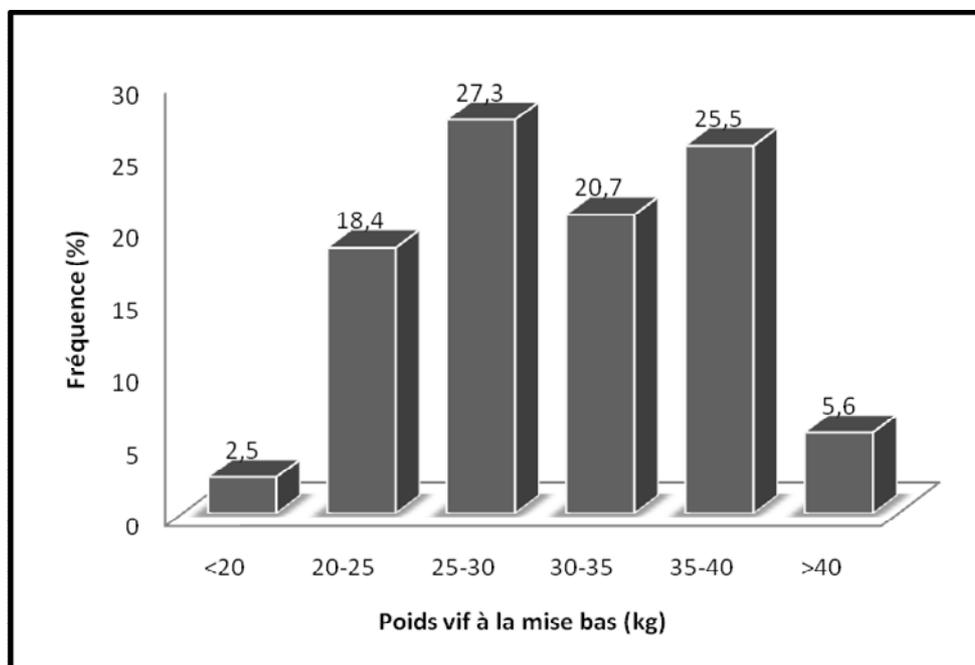
La taille de portée à la naissance des chèvres de race Draa est en moyenne de 1,40, elle varie de 1 à 3 chevreaux. Les portées simples représentent 61,7% de l'ensemble des chevretages, les portées doubles 36,4% et les portées triples 1,9% seulement (Figure 12).

#### ***2.4.6. Poids corporel à la mise bas***

Le poids corporel des chèvres de race Draa au chevretage est en moyenne de 31,3 kg, avec un coefficient de variation de 20,4% (Tableau 10). Les chèvres ayant un poids corporel à la mise bas inférieur à 20 kg représentent 2,5%, celles dont le poids est compris entre 25 et 30 kg constituent 27,3% et seulement 5,6% ont un poids dépassant 40 kg (Figure 13).



**Figure 12 : Distribution de fréquences des tailles de portée à la naissance des chèvres de race Draa (n=841)**



**Figure 13 : Distribution des fréquences du poids vif à la mise bas des chèvres de race Draa (n=792)**

## **2.5. Performances de production laitière des chèvres Draa**

### ***2.5.1. Durée de lactation***

La durée de lactation des chèvres de race Draa à la station de Skoura est en moyenne de 133 jours, avec un coefficient de variation de 33,9%. Elle varie de 20 à 317 jours (Tableau 11). Les durées de lactation inférieures à 3 mois représentent 13,4%, celles comprises entre 3 à 5 mois constituent 57,6%, alors que celles supérieures à 9 mois représentent 16% (Figure 14).

### ***2.5.2. Durée de tarissement***

La durée de la période sèche des chèvres de race Draa est en moyenne 238 jours, avec un écart-type 163 jours (Tableau11). Les durées de tarissement qui sont inférieures à 3 mois représentent 12,4%, celles comprises entre 3 et 4 mois sont de 44,4%, tandis que celles dépassant 10 mois constituent plus de 20% (Figure 15).

### ***2.5.3. Quantité de lait par lactation totale***

La quantité de lait par lactation totale des chèvres de race Draa est en moyenne de 61,3 kg, avec un coefficient de variation de 38,8% (Tableau 11). Les quantités de lait par lactation totale inférieures à 40 kg représentent 14,2%, celles comprises entre 40 et 80 kg représentent 69,2% et 16,4% sont supérieures à 80 kg (Figure 16).

### ***2.5.4. Quantité de lait par lactation de référence***

La quantité de lait en 120 jours de lactation des chèvres de race Draa à la station de Skoura varie de 10 à 139 kg, avec une moyenne de 55,2 kg et un coefficient de variation de 34,8% (Tableau 11). Les chèvres ayant produit moins de 40 kg en 120 jours de lactation représentent 20,7%, celles ayant produit entre 40 et 80 kg constituent 73,7% et seulement 9,2% ont produit plus de 80 kg (Figure 17).

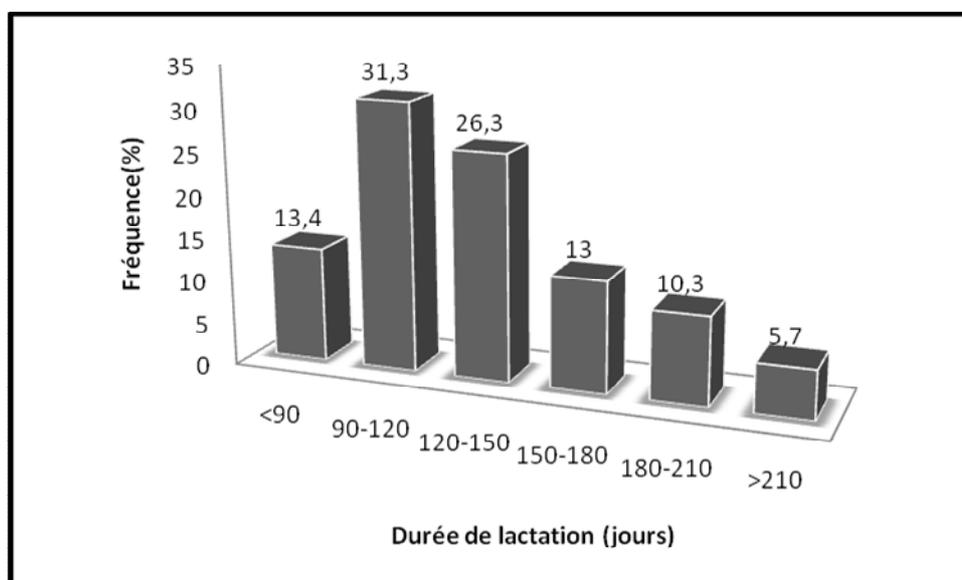
### ***2.5.5. Production laitière journalière***

La moyenne de la production laitière journalière des chèvres Draa au cours de toute la lactation est de 0,46 kg avec un coefficient de variation est de 56,5% (Tableau 11). Cette production a varié de 0,05 à 1,9 kg.

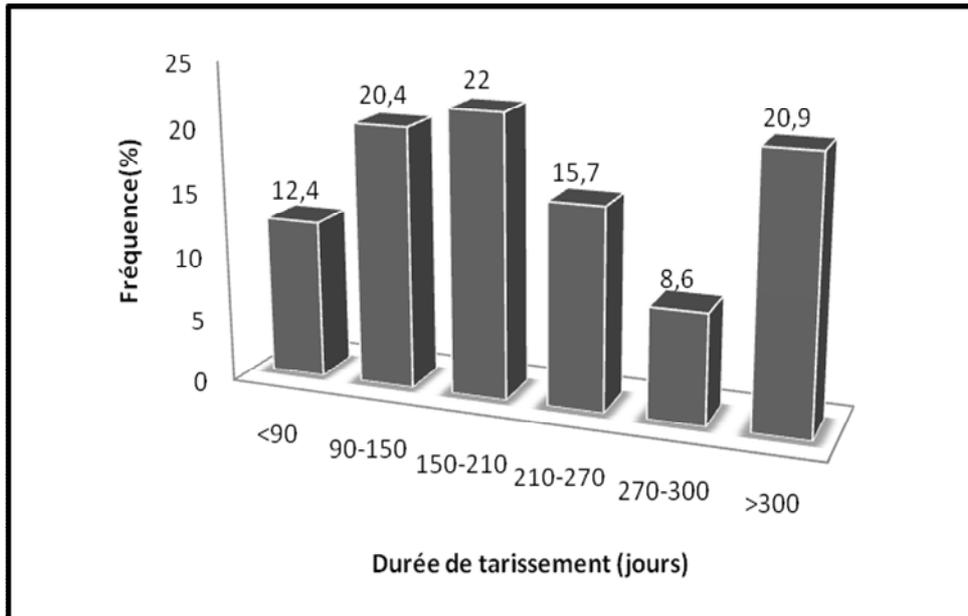
L'étude de la courbe de lactation des chèvres de race Draa montre que la production laitière journalière fluctue en dents de scie autour d'une valeur de 0,7 kg jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour de lactation, puis elle diminue progressivement pour atteindre une production de 0,1 kg vers le 101<sup>ème</sup> jour (Figure 18).

**Tableau 11 : Moyenne arithmétique, écart-type, minimum et maximum des paramètres de lactation des chèvres de race Draa**

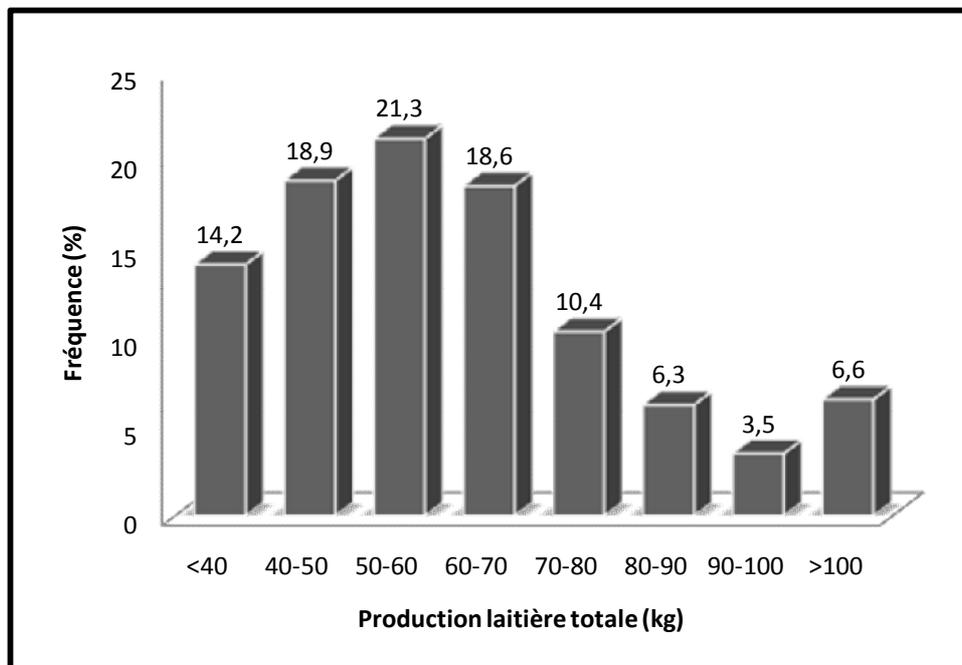
Variable	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Min.	Max.
Durée de lactation (jours)	754	133	45,1	20	317
Durée de tarissement (jours)	555	238	163	3	1127
Production laitière totale (kg)	709	61,3	23,8	10	191
Production laitière de référence (kg)	709	55,2	19,2	10	139
Production laitière journalière (kg)	2764	0,46	0,26	0,05	1,9



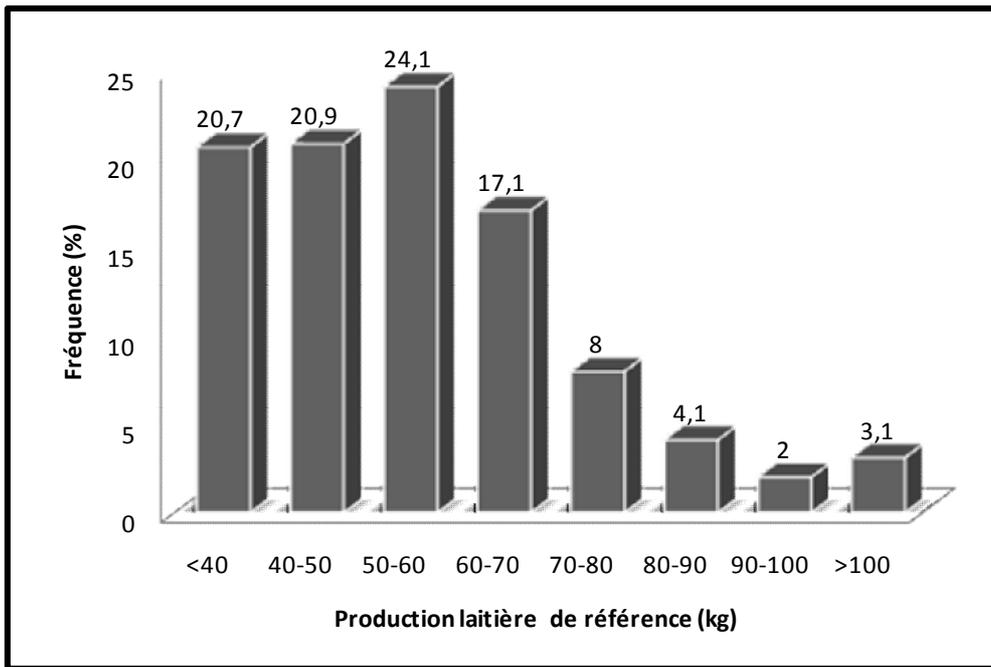
**Figure 14 : Distribution des fréquences de la durée de lactation des chèvres de race Draa (n=754)**



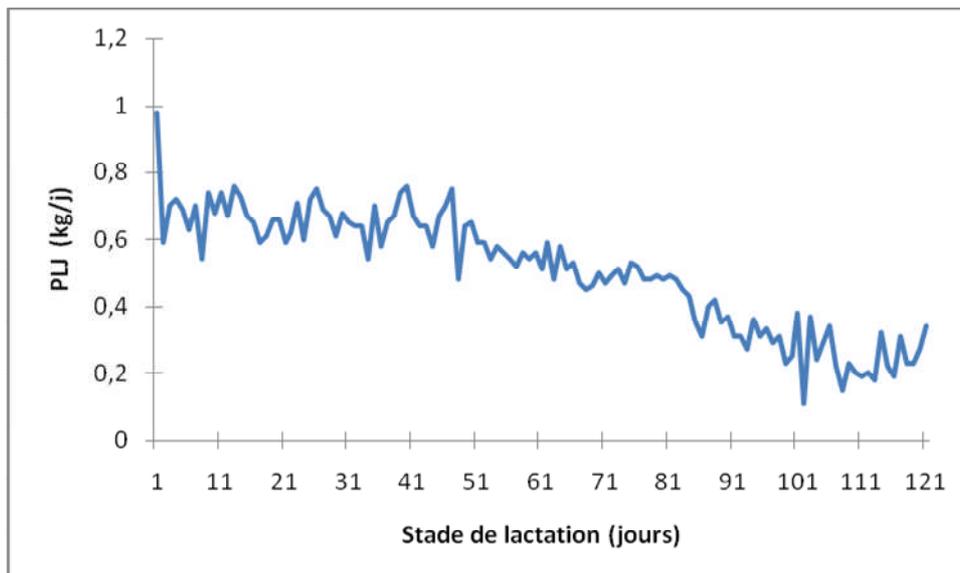
**Figure 15: Distribution des fréquences de la durée de tarissement des chèvres de race Draa (n=555)**



**Figure 16 : Distribution des fréquences de la production laitière totale des chèvres de race Draa (n=709)**



**Figure 17 : Distribution des fréquences de la production laitière de référence des chèvres de race Draa (n=709)**



**Figure 18 : Evolution de la production laitière journalière en fonction du stade de lactation des chèvres de race Draa**

### **3. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière**

La détermination des effets fixes du milieu influençant la production laitière et la correction des performances pour les effets significatifs sont nécessaires pour une estimation précise des valeurs génétiques.

La présente partie est consacrée à la détermination des effets des facteurs non génétiques influençant la production laitière de référence, la production laitière journalière et la durée de lactation.

#### **3.1. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière de référence**

L'analyse de la variance a montré que tous les facteurs inclus dans le modèle d'analyse influencent significativement la production laitière de référence, sauf le numéro de lactation et l'âge au chevretage (Tableau 12).

La saison de chevretage a un effet significatif ( $p < 0,01$ ) sur les quantités de lait par lactation de référence. Sa part dans la variation totale de la quantité de lait est de 0,8%. Ainsi, les chèvres qui ont mis bas entre les mois d'octobre et mars, qui correspondent aux saisons d'automne et d'hiver, ont produit une quantité de lait par lactation de référence de 4,1 kg de plus par rapport à celle des chèvres ayant mis bas entre les mois d'avril et septembre (Tableau 13).

De même, l'année de chevretage a un effet très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) sur la production laitière de référence. En effet, ce facteur explique 7,4 % de la variation totale de la production laitière.

La production laitière de référence connaît des fluctuations selon l'année de chevretage. La production laitière de référence la plus élevée a été enregistrée en 2000 (72,8 kg), alors que la plus faible a été observée en 1998 (52,7 kg) (Figure 19).

La taille de portée à la naissance a un effet très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) sur la production laitière de référence. Sa contribution à la variation totale de la production laitière de référence est de 9,1%. Les mères ayant donné naissance à des doubles ont produit 7,5 kg de lait par lactation de référence 7,5 kg de lait de plus que celles qui ont produit des simples (Tableau 13).

### **3.2. Facteurs de variation non génétiques de la durée de lactation**

L'analyse de la variance a montré que la durée de lactation est significativement influencée par la saison et l'année de chevretage, alors que le numéro de lactation, l'âge au chevretage et la taille de portée à la naissance n'ont aucun effet (Tableau 14).

La part de la variation totale de la durée de lactation qui est expliquée par la saison de chevretage est de 3,8%. La durée de lactation des chèvres ayant mis bas durant la période octobre-mars est de 9 jours plus courte que celle des chèvres ayant mis bas pendant la période avril-septembre (Tableau 15).

L'année de chevretage a un effet très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) sur la durée de lactation des chèvres de race Draa. La contribution de ce facteur dans la variation totale de la durée de lactation est de 88,7%. Ainsi, la durée de lactation fluctue d'une année à l'autre. Le nombre de jours entre l'année où la durée de lactation est la plus longue et l'année où elle est la plus courte (2000) est de 20,1 jours (Figure 20).

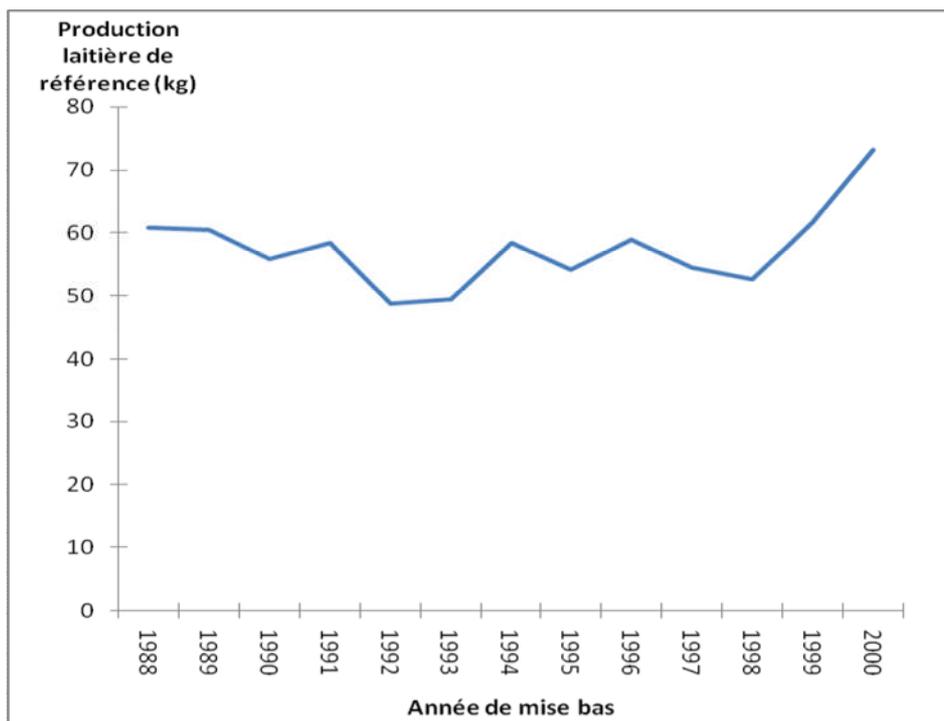
**Tableau 12: Analyse de la variance de la production laitière de référence et la durée de lactation des chèvres de race Draa**

Facteur de variation	Production laitière de référence		Durée de lactation
	d.l.	Prob.	Prob.
Rang de lactation	3	0,1980	0,7216
Age au chevretage	4	0,4097	0,5157
Saison de chevretage	1	0,0034	0,0026
Année de chevretage	12	0,0001	0,0001
Taille de portée à la naissance	1	0,0001	0,1417
Résiduelle	672	-	-

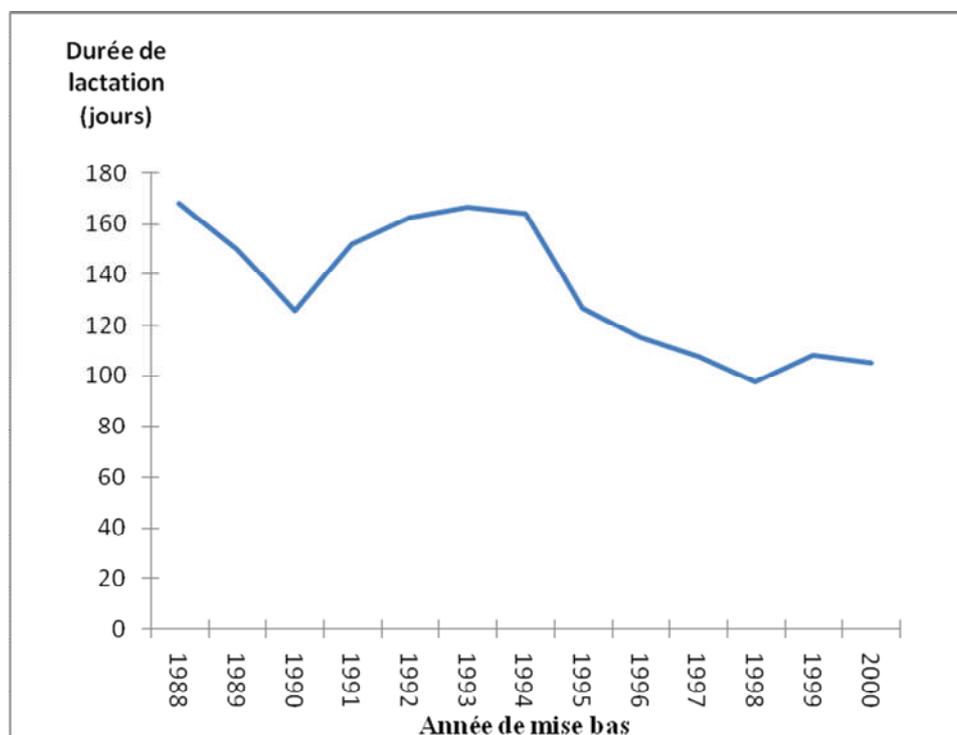
**Tableau 13 : Moyennes ajustées et erreurs-types de la production laitière de référence (kg) et de la durée de lactation (jours) des chèvres de race Draa<sup>#</sup>**

Facteur de variation	Nombre	Production laitière de référence		Durée de lactation	
		Moyenne ajustée	Erreur-type	Moyenne ajustée	Erreur-type
Rang de lactation		NS		NS	
1	238	55,9	2,03	135,4	4,21
2	169	59,4	1,65	132,9	3,51
3	110	57,7	1,88	136,8	3,99
4	177	54,8	2,22	131,4	4,50
Age au chevretage (mois)		NS		NS	
Age ≤ 24	142	53,2	2,61	131,0	5,37
24 < Age ≤ 36	182	54,4	1,87	130,1	3,89
36 < Age ≤ 48	149	53,2	1,60	138,1	3,37
48 < Age ≤ 60	103	59,8	2,08	133,6	4,38
Age ≥ 60	118	61,2	2,69	138,1	5,56
Saison de chevretage		**		**	
Octobre - Mars	385	54,9 <sup>a</sup>	1,09	129,6	2,19
Avril - Septembre	309	59,0 <sup>b</sup>	1,18	138,7	2,39
Taille de portée à la naissance		***		NS	
1	452	53,21 <sup>a</sup>	1,05	131,8	2,06
2	242	60,72 <sup>b</sup>	1,27	136,5	2,59

<sup>#</sup>Les moyennes ajustées d'une même colonne suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. NS : P>0,05 ; \*\*P<0,01 ; \*\*\*P<0,001



**Figure 19 : Moyennes ajustées de la production laitière de référence des chèvres de race Draa selon l'année de mise bas**



**Figure 20 : Moyennes ajustées de la durée de lactation des chèvres de race Draa selon l'année de mise bas**

### **3.3. Facteurs de variation non génétiques de la production laitière journalière**

L'analyse de la variance a montré qu'excepté la saison qui n'a pas un effet significatif sur la production laitière journalière des chèvres de race Draa ( $p > 0,05$ ), tous les facteurs introduits dans le modèle d'analyse l'influencent de façon significative (Tableau 16).

Ainsi, la production laitière journalière des chèvres de race Draa est influencée significativement par le numéro de lactation ( $p < 0,05$ ). Sa contribution à la variation totale est de 6,6 %. La production laitière journalière augmente de 2,9% entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> lactation, puis diminue de 12,9% entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> lactation et plus (Tableau 17).

L'âge au chevretage a un effet hautement significatif sur la production laitière journalière ( $p < 0,01$ ). Sa part dans la variation totale est de 15,6%. La production laitière journalière augmente avec l'âge. Elle passe de 0,28 kg chez les chèvres âgées de 2 ans à 0,38 kg chez celles ayant 5 ans d'âge (Tableau 17).

La production laitière journalière des chèvres Draa est influencée par le stade de lactation ( $p < 0,001$ ). Ce facteur explique 0,008% de la variation totale. La production laitière journalière varie selon le stade de lactation. En effet, elle diminue progressivement avec l'avancement de la lactation (Tableau 17). La diminution la plus importante a été notée entre les stades 65-95 et 95-125 jours de lactation.

Le jour de contrôle a un effet significatif sur la production laitière journalière ( $p < 0,001$ ). Sa contribution dans la variation totale de ce caractère est de 6,5%. Le jour de contrôle englobe l'ensemble des facteurs de l'environnement qui influencent la production laitière journalière, en l'occurrence : les conditions climatiques notamment la température, l'état sanitaire de la chèvre, le stade de gestation, l'alimentation...

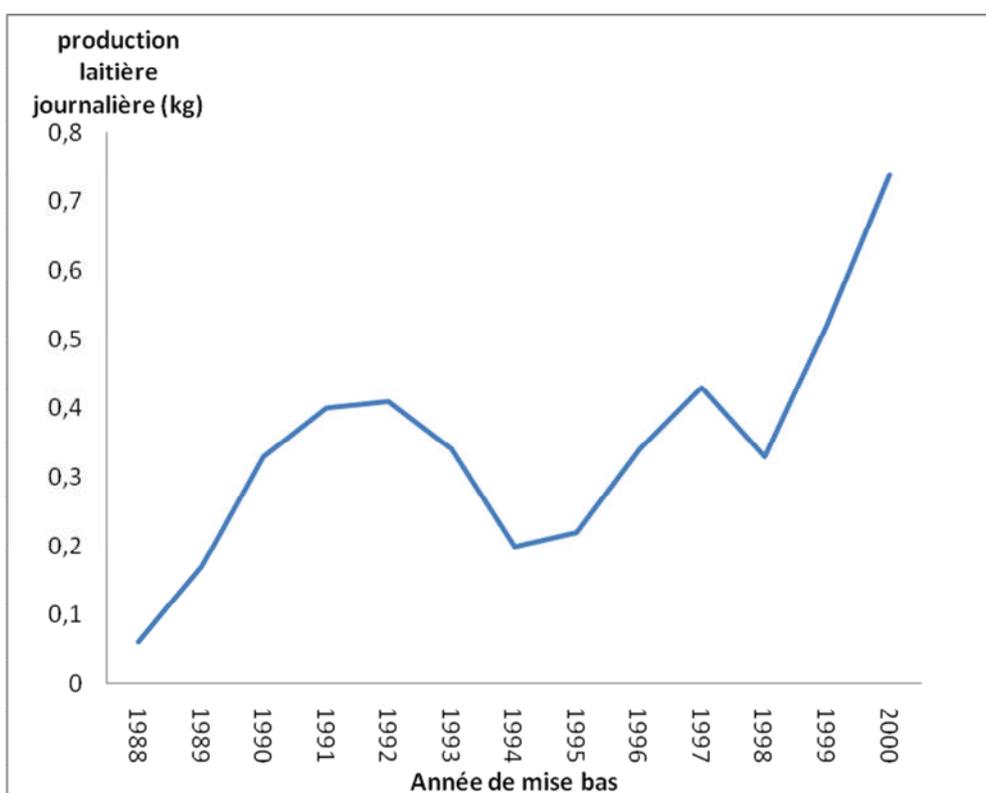
La taille de portée à la naissance a un effet très hautement significatif sur la production laitière journalière ( $p < 0,001$ ). Elle contribue à 24,1% de la variation totale. Les chèvres ayant donné naissance à des doubles ont produit 0,04 kg de plus par jour que celles ayant produit des simples (Tableau 17).

La production laitière journalière est influencée de façon très hautement significative par l'année de chevretage ( $P < 0,001$ ). Ce facteur explique 8,6% de la variation totale du caractère. La production laitière journalière varie d'une année de chevretage à l'autre. L'évolution de la production laitière au cours de la durée de l'étude a connu deux périodes

bien distinctes liées essentiellement aux changements du régime alimentaire (Figure 21). En effet, le régime alimentaire distribué à partir de 1988 a changé à partir de 1994 en raison des restrictions budgétaires, et depuis les chèvres ont reçu une alimentation moins riche qui s'est répercutée sur leur production laitière.

**Tableau 14: Analyse de la variance de la production laitière journalière des chèvres de race Draa**

<b>Facteur de variation</b>	<b>d.l.</b>	<b>Prob.</b>
Rang de lactation	3	0,0190
Age au chevretage	4	0,0070
Saison de chevretage	1	0,9719
Année de chevretage	12	0,0001
Taille de portée à la naissance	1	0,0001
Stade de lactation	8	0,0001
Résiduelle	672	-



**Figure 21 : Moyennes ajustées de la production laitière journalière des chèvres de race Draa selon l'année de mise bas**

**Tableau 15 : Moyennes ajustées et erreurs-types de la production laitière journalière (kg) des chèvres de race Draa<sup>#</sup>**

Facteur de variation	Nombre	Moyennes ajustées	Erreur-type
Rang de lactation		*	
1	915	0,34 <sup>ab</sup>	0,02
2	660	0,35 <sup>b</sup>	0,02
3	454	0,31 <sup>a</sup>	0,02
4 et plus	722	0,31 <sup>a</sup>	0,02
Age au chevretage (mois)		**	
Age ≤24	549	0,28 <sup>a</sup>	0,02
24 < Age ≤ 36	706	0,30 <sup>a</sup>	0,02
36 < Age ≤ 48	600	0,33 <sup>b</sup>	0,02
48 < Age ≤ 60	435	0,36 <sup>bc</sup>	0,02
Age ≥ 60	461	0,38 <sup>c</sup>	0,02
Saison de chevretage		NS	
Octobre - Mars	1493	0,33	0,01
Avril - Septembre	1258	0,33	0,02
Taille de portée à la naissance		***	
1	1742	0,31 <sup>a</sup>	0,01
2	1009	0,35 <sup>b</sup>	0,02
Stade de lactation		***	
5 < DIM ≤ 35	519	0,62 <sup>a</sup>	0,01
35 < DIM ≤ 65	696	0,57 <sup>b</sup>	0,01
65 < DIM ≤ 95	658	0,45 <sup>c</sup>	0,01
95 < DIM ≤ 125	486	0,25 <sup>d</sup>	0,01
125 < DIM ≤ 155	260	0,29 <sup>e</sup>	0,01
155 < DIM ≤ 185	09	0,29 <sup>ef</sup>	0,03
185 < DIM ≤ 215	33	0,23 <sup>def</sup>	0,03
215 < DIM ≤ 245	24	0,20 <sup>def</sup>	0,04
245 < DIM ≤ 275	6	0,07 <sup>d</sup>	0,08

<sup>#</sup>Les moyennes ajustées d'une même colonne suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. NS : \* P > 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001

#### **4. Correction des performances laitières pour les effets de l'environnement**

Si l'on souhaite estimer les valeurs génétiques additives par la méthode des index de sélection, la correction des performances brutes pour l'ensemble des facteurs qui ont un effet significatif est nécessaire.

Ainsi, à partir des solutions des effets fixes obtenues suite à l'analyse de la variance, les coefficients de correction additive et multiplicative de certains facteurs ayant des effets significatifs sur la production laitière de référence, la durée de lactation et la production laitière journalière ont été déterminés (Tableaux 18 et 19).

À titre d'exemple, pour éliminer l'effet saison de chevretage sur la production laitière de référence, il faudrait ajouter 4,24 kg aux chèvres qui ont mis bas durant la saison octobre – mars.

De même, pour corriger les données pour l'effet du même facteur en utilisant les coefficients de correction multiplicative, il faut multiplier les performances des chèvres qui ont mis bas durant la saison de chevretage octobre –mars par 1,089 pour les mettre sur le même pied d'égalité que celles qui ont mis bas pendant la saison avril – septembre.

**Tableau 16 : Coefficients de correction additive et multiplicative de la production laitière de référence et la durée de lactation des chèvres de race Draa pour la saison de chevretage et la taille de portée à la naissance**

Facteur de variation	Production laitière de référence		Durée de lactation	
	Coefficient de correction additive	Coefficient de correction multiplicative	Coefficients de correction additive	Coefficients de correction multiplicative
Saison de chevretage (mois)				
Octobre - Mars	-4,24	1,089	-9,35	1,078
Avril - Septembre	0,00	1,000	0,00	1,000
Taille de portée à la naissance				
1	-8,52	1,198	-	-
2	0,00	1,000	-	-

**Tableau 17 : Coefficients de correction additive et multiplicative de la production laitière journalière des chèvres de race Draa pour le numéro de lactation, l'âge, la taille de portée à la naissance et le nombre de jours en lactation**

<b>Facteur de variation</b>	<b>Coefficient de correction additive</b>	<b>Coefficient de correction multiplicative</b>
Numéro de lactation		
1	0,032	1,076
2	0,043	1,028
3	0,012	1,102
4 et plus	0,000	1,000
Age au chevretage (mois)		
Age $\leq$ 24	-0,102	0,772
24 < Age $\leq$ 36	-0,079	0,823
36 < Age $\leq$ 48	-0,050	0,888
48 < Age $\leq$ 60	-0,023	0,949
Age $\geq$ 60	0,000	1,000
Taille de portée à la naissance		
1	-0,055	0,847
2	0,000	1,000
Stade de lactation		
5 < DIM $\leq$ 35	0,515	0,530
35 < DIM $\leq$ 65	0,459	0,558
65 < DIM $\leq$ 95	0,341	0,620
95 < DIM $\leq$ 125	0,145	0,8
125 < DIM $\leq$ 155	0,185	0,758
155 < DIM $\leq$ 185	0,203	0,741
185 < DIM $\leq$ 215	0,139	0,807
215 < DIM $\leq$ 245	0,116	0,833
245 < DIM $\leq$ 275	0,000	1,000

## **5. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques**

L'estimation des composantes de la variance montre qu'il existe une variabilité génétique au sein des chèvres Draa pour la production laitière de référence et la production laitière journalière qu'il serait utile d'exploiter pour la sélection (Tableau 20). Ainsi, l'héritabilité de la production laitière par lactation de référence est de 0,15, alors que celle de la production laitière journalière est de 0,09. Par ailleurs, comme on pourrait s'y attendre les répétibilités sont plus élevées que les héritabilités correspondantes puisqu'elles sont de 0,17 et 0,14 respectivement pour la production laitière de référence et la production laitière journalière.

## **6. Estimation des valeurs génétique additive et du progrès génétique**

Les valeurs génétiques additives des chèvres de race Draa ont été estimées à partir d'un fichier de 293 animaux dont 272 chèvres qui ont des performances pour la production laitière par lactation de référence et la production laitière journalière. La moyenne des index de la production laitière journalière des chèvres est de -0,22 kg variant de -11,81 à +15,25 kg. En outre, la moyenne des index de la production laitière journalière des chèvres est de -0,004 kg, variant de -0,11 à 0,12 kg (Tableau 21).

L'évolution des moyennes des valeurs génétiques additives des chèvres de race Draa à la station de Skoura pour la production laitière de référence et production laitière journalière selon l'année de naissance n'est pas linéaire (Tableaux 22 et 23). En effet, les moyennes des index fluctuent d'une année à l'autre (Figures 22 et 23). Les moyennes les plus élevées correspondent aux années de naissance 1989 et 1993 pour la quantité de lait par lactation de référence et aux années 1992 et 1991 pour la production laitière journalière. Tandis que les plus faibles ont été enregistrées par les chèvres nées en 1996 et 1991 pour la production laitière de référence et en 1989 et 1998 pour la production laitière journalière.

Les progrès génétiques annuels réalisés ont été estimés par le coefficient de régression de la valeur génétique additive de chaque chèvre sur son année de naissance. Ainsi, le progrès génétique annuel réalisé est de -0,12 kg pour la production laitière de référence et de presque zéro pour la production laitière journalière.

**Tableau 18 : Estimation des composantes de la variance, de l'héritabilité et de la répétabilité de la production laitière de référence et la production laitière journalière des chèvres de race Draa**

Paramètre	Production laitière de référence	Production laitière journalière
$\sigma^2_p$	312,95	0,036
$\sigma^2_a$	48,38	0,0033
$\sigma^2_{ep}$	4,84	0,0017
$h^2$	0,15	0,09
$r$	0,17	0,14
$c^2$	0,02	0,047

$\sigma^2_p$ = Variance phénotypique ;  $\sigma^2_a$ = Variance génétique additive ;  $\sigma^2_{ep}$ = Variance de l'environnement permanent ;  $h^2$ = Héritabilité ; Répétabilité=  $r = (\sigma^2_a + \sigma^2_{ep}) / \sigma^2_p$  ;

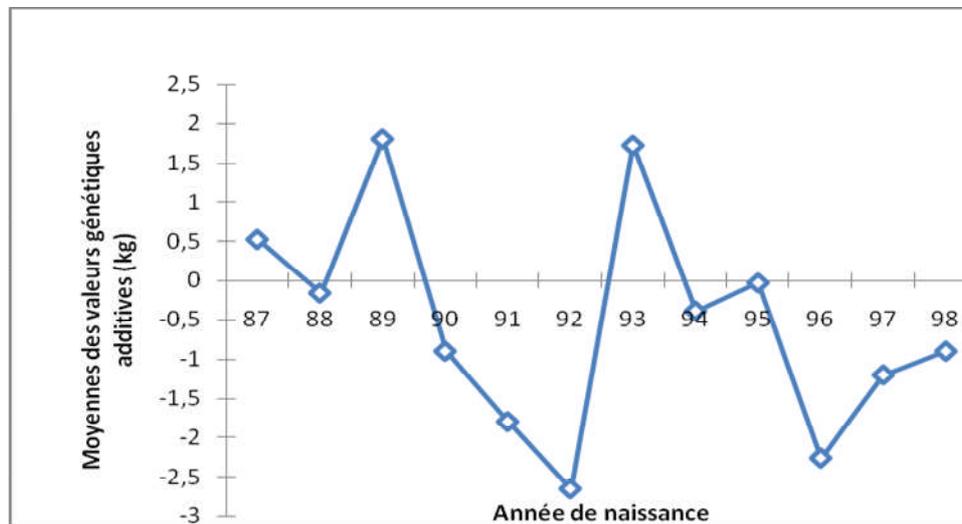
$c^2 = \sigma^2_{ep} / \sigma^2_p$  = Proportion de la variance de l'environnement permanent dans la variance phénotypique.

**Tableau 19 : Moyenne, écart-type, minimum et maximum des valeurs génétiques additives pour la production laitière des chèvres de race Draa (kg)**

	Nombre de chèvres	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Production laitière de référence	272	-0,22	4,13	-11,81	15,25
Production laitière journalière	272	-0,004	0,035	-0,11	0,12

**Tableau 20 : Moyennes, écarts-types des valeurs génétiques additives pour la production laitière de référence (kg) des chèvres de race Draa en fonction de leurs années de naissance**

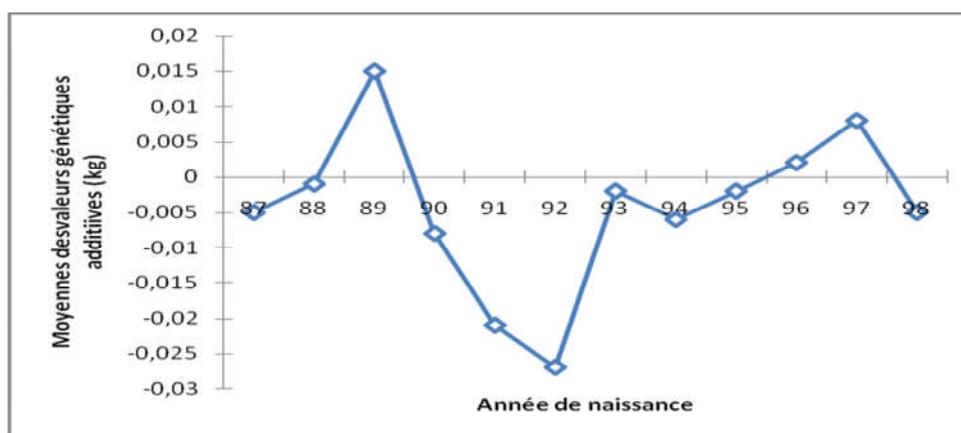
Année de naissance	Nombre	Moyenne	Ecart-type
1987	47	0,52	5,82
1988	7	-0,16	4,80
1989	33	1,80	4,69
1990	39	-0,90	3,52
1991	16	-1,80	3,09
1992	19	-2,65	4,46
1993	7	1,72	1,34
1994	33	-0,39	2,48
1995	33	-0,03	2,49
1996	19	-2,26	3,01
1997	10	-1,20	4,79
1998	9	-0,90	3,67



**Figure 22: Evolution des moyennes des valeurs génétiques additive pour la production laitière par lactation de référence des chèvres de race Draa en fonction de l'année de naissance**

**Tableau 21 : Moyennes, écarts-types des valeurs génétiques additives pour la production laitière de journalière (kg) des chèvres de race Draa en fonction de leurs années de naissance**

Année de naissance	Nombre	Moyenne	Ecart-type
1987	47	-0,005	0,051
1988	7	-0,001	0,043
1989	33	0,015	0,034
1990	39	-0,008	0,030
1991	16	-0,021	0,023
1992	19	-0,027	0,037
1993	7	-0,002	0,018
1994	33	-0,006	0,023
1995	33	-0,002	0,023
1996	19	0,002	0,025
1997	10	-0,005	0,040
1998	9	0,008	0,032



**Figure 23 : Evolution des moyennes des valeurs génétiques additives pour la production laitière journalière de référence des chèvres de race Draa en fonction de l'année de naissance**

## DISCUSSION

### 1. Performances de reproduction

L'âge au premier chevretage des chèvres de race Draa est en moyenne de 766 jours (25,5 mois). Hachi (1990) a rapporté âge de 10,7 mois chez les éleveurs de la même race et 23 mois en station. Il est similaire à celui de 25 mois enregistré chez les chèvres de race Anglo-Nubian (Gill et al., 1972) et chez les chèvres de race West African Dwarf au Ghana (Sada et al., 1973). Il est également très proche de l'âge à la 1<sup>ère</sup> mise bas de 24 mois des chèvres de certaines régions marocaines, notamment le Haut Atlas (Ait Baba, 1997). En revanche, l'âge au premier chevretage des chèvres de race Draa est supérieur à ceux des chèvres de race Alpine (Gill et al., 1972) et des chèvres de race Red Sokoto (Haumesser, 1975) qui sont respectivement de 21 et 14 mois.

L'âge au premier chevretage est un paramètre de reproduction qui nous renseigne sur la précocité des jeunes femelles à l'entrée en production. Sa variation peut être expliquée par la période de naissance de l'animal, le retard de la mise à la reproduction des jeunes chèvres, la cohabitation entre les boucs et les chèvres d'une façon permanente et la conduite alimentaire des chèvres. Ces résultats montrent clairement qu'il existe des marges de progrès de conduite à réaliser durant la phase d'élevage des jeunes chèvres afin de mieux maîtriser leur croissance et d'avancer de quelques jours leur âge au premier chevretage.

L'intervalle chevretage – saillie fécondante des chèvres de race Draa à la station de Skoura est de 6,9 mois. Cet intervalle coïncide avec celui de 3 à 7 mois observé chez les chèvres du Haut et de l'Anti-Atlas (Ait Baba, 1997).

L'allongement de l'intervalle chevretage - saillie fécondante est la conséquence de la mise à la reproduction tardive des chèvres. Ce retard peut être expliqué par la conduite alimentaire des chèvres, les problèmes de reproduction (maladies de l'appareil reproducteur suite à des chevretages difficiles), le niveau de production laitière ou encore la mise des chèvres en lutte 2 à 3 mois après le chevretage.

L'intervalle entre deux chevretages successifs des chèvres de race Draa est en moyenne de 357 jours. Cet intervalle est plus élevé que ceux de 240-356 jours et de 300 jours trouvés respectivement chez les chèvres du Haut et de l'Anti-Atlas (Ait Baba, 1997), de 332 jours chez les chèvres de race Red Sokoto (Haumesser, 1975) et de 258 jours chez les chèvres de

race West African Dwarf au Ghana (Sada et al., 1973). En revanche, il est similaire aux intervalles entre chevretages de 350 et 355 jours enregistrés respectivement chez les chèvres de races Alpine et Anglo-Nubian (Gill et al., 1972).

La longue durée de l'intervalle entre deux mises bas successives enregistré chez les chèvres de race Draa peut être expliquée par le délai de mise à la reproduction des chèvres qui est tardif.

Les chèvres de race Draa à la station Skoura ont une durée de gestation de 156 jours. Comparée aux normes couramment admises, cette durée de gestation semble excessivement longue. Ceci peut être dû à des erreurs d'enregistrement des dates de saillies.

La taille de portée à la naissance des chèvres de race Draa est en moyenne de 1,40 chevreaux. Les fréquences des portées simples, doubles et triples sont respectivement de 61,7%, 36,4% et 1,9%. Selon une étude réalisée par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989), les naissances doubles représentent 57% et les naissances triples constituent 7%. Le reste étant des naissances simples. Dans une autre étude réalisée aux stations de Tinzouline et Skoura et à la ferme d'application du Tadla, la taille de portée à la naissance est de 1,38 et toutes les naissances doubles et triples sont issues de chèvres multipares, alors que les primipares n'ont donné que des simples (Hachi, 1990). Chez les chèvres de race Malabari, les fréquences sont respectivement de 47%, 42% et 11% (Mukundan et al., 1971).

La variation de la taille de portée peut être expliquée par de nombreux facteurs dont le potentiel génétique de la race, l'alimentation des chèvres avant et pendant la période de lutte, leur âge au chevretage... À ce propos, Lakhdar (2004) a rapporté que les chèvres âgées de moins de 2 ans ont moins de naissances multiples que les chèvres qui sont plus âgées.

Concernant l'étalement des mises bas sur tous les mois, la chèvre de race Draa semble avoir une activité sexuelle continue sur toute l'année avec une légère diminution en saison d'été. Ce qui est intéressant pour la production de lait car les mises bas peuvent être programmées à n'importe quelle période de l'année.

## **2. Production laitière des chèvres de race Draa**

La durée de lactation des chèvres de race Draa à la station de Skoura est en moyenne de 133 jours. Cette durée est plus courte que celle enregistrée (150 jours) par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989) chez la même race. Elle est également plus courte que celle enregistrée chez les races laitières spécialisées (Mavrogenis et al., 1989).

La production laitière par lactation totale des chèvres de race Draa à la station Skoura est en moyenne de 61,3 kg, avec une valeur maximale de 191 kg. Cette production est en deçà de celle rapportée par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989) chez la même race qui est de 219 kg. Comparée aux races laitières dans le monde, la production laitière des chèvres Draa est inférieure à celle des chèvres de race Murciano-Granadina (334 kg) (Analla et al., 1996) et celle des chèvres de race Saanen qui a varié de 667 à 754 kg (Kennedy et al., 1981).

La production laitière durant 120 jours de lactation des chèvres Draa est en moyenne de 55,2 kg. Elle est cependant inférieure à la quantité de lait de 142 kg en 150 jours enregistrée par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989) chez la même race.

La production laitière journalière des chèvres de race Draa est en moyenne de 0,46 kg. Elle est inférieure à la valeur de 0,77 kg enregistrée auparavant chez la même race (Ezzahiri et Ben Lakhal, 1989) et au volume de 1,5 litres rapporté récemment (ORMVAO, 2008). Cette production est très inférieure à la production journalière des chèvres de race Alpine élevée dans les conditions marocaines qui est de l'ordre de 3,44 kg (Lakhdar, 2004).

La faiblesse de la production laitière des chèvres de race Draa à la station de Skoura peut être expliquée soit par son faible potentiel génétique faible, ce qui est contraire à ce qui a été rapporté dans la station de Skoura par Ezzahiri et Ben Lakhal (1989), soit par les conditions d'élevage inadéquates et qui n'ont pas permis aux chèvres d'extérioriser pleinement leur potentiel de production.

## **3. Facteurs de variation de la production laitière par lactation de référence, de la durée de lactation et de la production laitière journalière.**

Le numéro de lactation a un effet significatif sur la production laitière journalière, mais pas sur la production laitière de référence ou la durée de lactation. L'effet du numéro de lactation sur la production laitière journalière concorde avec les résultats de Mavrogenis et al. (1989), Lakhdar (2004), Keskin (2006) et Zumbach et al. (2008). En revanche, l'absence d'un effet

significatif du numéro de lactation sur la production laitière de référence ne concorde pas avec les conclusions de Raats et al. (1983), Mavrogenis et al. (1889), Crepaldi et al. (1999) et Carnicella et al. (2008) qui ont rapporté un effet significatif du numéro de lactation sur la production laitière totale et de référence.

L'effet de l'âge au chevretage n'est pas significatif sur la production laitière de référence et la durée de lactation, alors qu'il est significatif sur la production laitière journalière. Ce dernier résultat ne concorde pas avec celui de Lakhdar (2004), qui a enregistré une fluctuation de la production laitière journalière chez les chèvres de la race Alpine dans le domaine de Douiet avec l'âge au chevretage.

L'augmentation de la production laitière journalière avec l'augmentation de l'âge au chevretage et le numéro de lactation peut être expliquée par le développement de la mamelle qui augmente avec l'âge.

La saison de chevretage influence d'une façon significative la production laitière de référence et la durée de lactation. La saison la plus favorable pour une production élevée et une durée de lactation longue est la saison allant d'avril à septembre. Ces résultats concordent parfaitement avec ceux de Crepaldi et al. (1999), Montaldo et al. (1997) et Lakhdar (2004) qui ont rapporté que les chevretages de printemps et d'été engendrent une quantité de lait totale, une quantité de lait par lactation de référence et une durée de lactation supérieure à celles réalisées durant les chevretages d'hiver et d'automne. La faible production laitière enregistrée en hiver par les chèvres de race Draa peut être expliquée par l'effet négatif de la diminution de la température sur la croissance de la luzerne qui est l'aliment de base dans la ration alimentaire des chèvres à la station de Skoura.

Par ailleurs, l'analyse de la variance n'a pas révélé un effet significatif de la saison de chevretage sur la production laitière journalière. Ce résultat ne concorde ni avec celui de Lakhdar (2004), qui a rapporté que les chèvres ayant mis bas entre août et décembre ont une production laitière journalière plus élevée que celles qui ont mis bas durant les périodes janvier-avril et mai-juillet, ni avec celui de Marzouk et al. (2000) qui ont trouvé que les meilleures productions laitières journalières sont réalisées par les chèvres qui ont mis bas en hiver. L'absence de l'effet de la saison de chevretage sur la production laitière journalière appuie l'idée de Stanton et al. (1992) selon laquelle la saison de production, qui reflète les

vraies conditions de production, a un effet beaucoup plus important sur la courbe de lactation que la saison de chevretage.

L'analyse de la variance a montré un effet significatif de l'année de chevretage sur la production laitière de référence, la durée de lactation et la production laitière journalière. Des résultats similaires ont été rapportés par Mavrogenis et al. (1989), Lakhdar (2004), Keskin (2006), Zumbach et al. (2008) et Carnicelle et al. (2008). Les variations annuelles des performances sont surtout le reflet des changements climatiques, de la ration alimentaire et des techniques d'élevage.

La taille de portée à la naissance a un effet significatif sur la production laitière de référence et la production laitière journalière, mais elle est sans effet significatif sur la durée de lactation. Nos résultats selon lesquels la production laitière de référence et la production laitière journalière des chèvres ayant une taille de portée double sont supérieures à celles des chèvres ayant des tailles de portée simples concordent avec ceux rapportés dans la littérature (Subires et al., 1988 ; Boichard et al., 1989 ; Mavrogenis et al., 1989 ; Mioc, 1991 ; Fresno et al., 1992 ; Vecerova et Krizek, 1993 ; Niznikowski et al., 1994 ; Crepaldi et al., 1999 Kominakis et al., 2000 ; Lakhdar, 2004 ; Valencia et al., 2006 ; Carnicella et al., 2008 ; Zumbach et al., 2008). Cette différence de production laitière est expliquée par les effets systémiques de l'augmentation de la sécrétion du lactogène placentaire ou par l'élimination de l'effet du feedback négatif au niveau de la glande mammaire (Hayden et al., 1979 ; Silanikove et al., 2006).

L'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif du stade de lactation sur la production laitière journalière des chèvres de race Draa. En effet, la production laitière journalière maximale au stade 5 - 35 jours de lactation. Néanmoins, le présent résultat ne concorde pas avec celui trouvé par Lakhdar (2004) qui a enregistré une production laitière journalière maximale au stade 35 - 65 jours post-partum chez les chèvres de race Alpine du domaine de Douiet.

#### **4. Correction des performances pour l'effet des facteurs**

Les coefficients de corrections additive et multiplicative ont été calculés pour les facteurs la saison de chevretage et la taille de portée à la naissance sur la production laitière de référence, pour la saison de chevretage sur la durée de lactation et pour le numéro de lactation, l'âge au

chevretage, la taille de portée à la naissance et le stade de lactation sur la production laitière journalière.

Boujenane (2006) a noté que le choix de la méthode de correction appropriée reste souvent difficile. La correction additive est plus appropriée lorsque les écarts types des différentes classes du facteur sont presque égaux, alors que la correction multiplicative est préférée lorsque les coefficients de variation des classes du facteur sont presque égaux. De leur côté, Miller et al. (1970) préconisent l'utilisation des coefficients de correction multiplicative qui corrigent simultanément les effets de l'âge et de la saison.

Quelle que soit la méthode de correction choisie, le but reste le même à savoir l'élimination des effets non génétiques de façon à ce que la sélection des reproducteurs soit plus précise.

## **5. Répétabilité et héritabilité**

L'estimation de la répétabilité de la quantité de lait par lactation de référence des chèvres de race Draa est de 0,17. De même, la répétabilité de la production laitière journalière est de 0,14. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées dans la littérature et qui varient entre 0,39 et 0,52 (Iloeje et Van Vleck., 1978 ; Iloeje et al., 1981 ; Analla et al., 1995). Les faibles répétabilités de la production laitière par lactation de référence et la production laitière journalière indiquent que ces variables sont beaucoup plus soumises aux conditions de l'environnement temporaire qu'aux effets permanents de l'animal (génotype et environnement permanent) et qu'il est nécessaire de se baser sur plusieurs performances de la chèvre avant de se prononcer sur son devenir.

L'héritabilité de la quantité de lait par lactation de référence des chèvres de race Draa est estimée à 0,15. Cette héritabilité est proche de celle rapportée par Analla et al. (1995) chez les chèvres de race Murciano-Granadina qui est de 0,18. Cependant, elle inférieure à la plupart des valeurs rapportées dans la littérature qui varient entre 0,28 et 0,61 (Ronningen, 1965 ; Iloej et al., 1981 ; Boichard et al., 1989 ; Mavrogenis et al., 1989 ; Kominakis et al., 2000 ; Lakhdar, 2004).

L'héritabilité de la production laitière journalière est estimée à 0,09. Cette valeur est inférieure à celles rapportées dans la littérature et qui varient de 0,20 à 0,37 (Mavrogenis, 1989 ; Lakhdar, 2004 ; Zumbach et al., 2008 ). Ainsi, l'héritabilité estimée par le modèle de la

lactation de référence est plus élevée que celle estimée par le modèle de contrôle individuel. Ce résultat concorde avec celui de Mavrogenis et al. (1989) sur les chèvres de race Damascus.

Il est généralement admis que la différence entre les différentes estimations de l'héritabilité peut être expliquée par le modèle d'analyse, la taille de l'échantillon et la structure de la population étudiée. En effet, les héritabilités estimées en utilisant un modèle animal multicaractère sont beaucoup plus élevées que celles estimées en utilisant un modèle unicaractère de type répétitif comme celui utilisé dans la présente étude (Weller et Ezra, 2003). Par ailleurs, les faibles héritabilités sont également expliquées par la forte sélection qui entraîne une augmentation du coefficient de consanguinité au sein de la population et par la réduction de la variabilité génétique (Amimo et al., 2007). Ce qui n'est visiblement pas le cas dans la présente étude car la population étudiée a un coefficient de consanguinité moyen proche de zéro et elle n'était pas soumise à une sélection sur les valeurs génétiques additives.

D'une manière générale, les faibles estimations obtenues dans la présente étude peuvent être expliquées par le faible nombre de données et l'absence de la généalogie pour un grand nombre de chèvres, surtout celles qui ont été achetées. En effet, Dong et al. (1988) ont rapporté que l'héritabilité est faible lorsque la matrice de parenté n'est pas complète.

Les faibles héritabilités de la production laitière de référence et la production laitière journalière montrent que la variabilité génétique est faible au sein de la race Draa. Ce qui pourrait se traduire par des faibles gains génétiques sur ces caractères si un programme de sélection est conduit et qui sera de longue durée avant d'atteindre les objectifs fixés par le programme d'amélioration génétique. De même, les faibles héritabilités de ces deux caractères indiquent que pour estimer les valeurs génétiques des animaux avec une forte précision, il faudrait inclure, en plus des performances propres des candidats à la sélection, les performances des animaux apparentés. Ce qui est possible à travers la méthode BLUP utilisée dans ce travail.

## **6. Evaluation génétique et progrès génétique réalisé**

Les valeurs génétiques additives des chèvres de race Draa pour la quantité de lait par lactation de référence et la production laitière journalière fluctuent irrégulièrement d'une année à l'autre. Cette évolution montre l'absence d'une tendance de croissance linéaire et montre que les chèvres nées au cours d'une année ne sont pas génétiquement meilleures que celles nées pendant les années antérieures. Par ailleurs, les différences énormes entre les valeurs

génétiques minimales et maximales témoignent d'une certaine variabilité génétique au sein du troupeau qui pourrait être exploitée pour des fins de sélection si celle-ci est faite sur la base des index des animaux.

Par ailleurs, les chèvres nées en 1987, 1989 et 1993 ont des index positifs pour la quantité de lait par lactation de référence. Celles nées pendant 1989, 1996 et 1997 ont des index positifs pour la production laitière journalière. Ceci peut être expliqué par l'utilisation au cours de ces années de boucs d'un bon potentiel génétique, et qui ont donné naissance à des descendants de bonne qualité.

Le progrès génétique annuel réalisé sur la production laitière par lactation de référence est de - 0,12 kg et de zéro sur la production laitière journalière. Ce résultat est simplement la conséquence de l'absence de sélection sur les valeurs génétiques additives. En effet, il est clair que pour améliorer les performances des animaux et donc réaliser un progrès génétique élevé, la sélection doit être basée sur les valeurs génétiques additives des candidats à la sélection et non pas sur l'apparence extérieure ou les performances brutes.

## CONCLUSION GENERALE

L'étude a porté sur l'analyse des performances de reproduction et de production laitière des chèvres de race Draa enregistrées à la station de Skoura. Elle a pour objectif la détermination des facteurs de l'environnement qui influencent les caractères de production laitière, l'estimation de l'héritabilité et de la répétabilité de la production laitière de référence et la production laitière journalière, l'estimation des valeurs génétiques additives des animaux ainsi que le progrès génétiques réalisé.

Il ressort de cette étude que l'âge au premier chevretage ainsi que l'intervalle chevretage-saillie fécondante et l'intervalle chevretage-chevretage des chèvres de race Draa ne sont pas très satisfaisants. Cependant, leur prolificité est moyenne. La production laitière est faible et la durée de lactation est courte. L'amélioration de la conduite des chèvres pourrait améliorer leurs performances.

Par ailleurs, l'effet significatif de certains facteurs non-génétique sur la production laitière de référence et la production laitière journalière souligne la nécessité de corriger les performances brutes avant de procéder à l'estimation des valeurs génétique des animaux.

Les répétabilités de la production laitière de référence et la production laitière journalière sont faibles. Ceci indique que pour porter un bon jugement sur les chèvres, la sélection doit être basée sur plus d'une performance. Les héritabilités de ces caractères sont également faibles, indiquant que la production laitière est faiblement héritable et que son amélioration par sélection sera lente.

Le progrès génétique annuel réalisé au cours de la période allant de 1987 à 1998 est négatif aussi bien pour la production laitière de référence que pour la production laitière journalière. Ceci est vraisemblablement la conséquence de la sélection des chèvres sur les caractères phénotypiques plutôt que sur les valeurs génétiques additives.

A la lumière de ces conclusions, l'amélioration des performances lactières des chèvres de race Draa nécessite un train de mesures, en l'occurrence :

- La mise en place d'un contrôle laitier effectif comportant un système d'identification strict et standard, une collecte de données précises, une saisie homogène des résultats

de contrôle laitier avec une vérification régulière... afin d'aboutir à des estimations précises des valeurs génétiques additives.

- La sélection des chèvres et des boucs sur la base des valeurs génétiques additives et non pas sur les caractéristiques phénotypiques afin de réaliser un progrès génétique réel.
- La réalisation des accouplements raisonnés entre les meilleures chèvres et les meilleurs boucs (valeurs génétiques élevées) afin de produire des descendants qui ont de fortes chances d'être intéressants. Pour cela, une évaluation génétique régulière doit être instaurée.
- L'extension du contrôle laitier à la composition du lait (taux butyreux et taux protéique) surtout que le lait collecté est destiné en grande partie à la fabrication de fromages.

Cette étude a porté sur un nombre réduit de données des chèvres de la race Draa. Il est donc nécessaire d'enregistrer plus de données de contrôle laitier pour aboutir à des résultats encore plus précis.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aït Baba A.**, 1997. L'élevage caprin au Maroc. *Terre & Vie*. **29** et **30**: 6.
- ANOC**, 2008. Caractéristiques du caprin local. *L'Eleveur* **16** : 25-26.
- Analla M., Jimenez-Gamero I., A. Munoz-Serrano A., Serradilla J.M., Falagans A.**, 1996. Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and protein contents of milk from Murciano-Granadina goats. *J. Dairy Sci.* **79** : 1835-1898
- Analla M., Munoz-Serrano A., Serradilla J.M.**, 1995. Dairy goats breeding systems in the south of Spain. *Cahiers Options Méditerranéennes* **11** : 143-154.
- Amimo J.O., Wakhungu J.W., Inyangala B.O., Mosi R.O.**, 2007. The effects of non-genetic factors and estimation of genetic and phenotypic parameters and trends for milk yield in Ayrshire cattle in Kenya. *Livestock Research for Rural Development* 19 (1).
- Boichard D., Bouloc N., Ricordeau G., Piacere A., Barillet F.**, 1989. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genetic Selection Evolution* **21** : 205- 215.
- Bonaiti B., Boichard D., Verrier E., Ducrocq V., Barbat A., Briend M.**, 1990. LA méthode française d'évaluation génétique des reproducteurs laitiers. *INRA Prod. Anim.* **3** : 83-92.
- Boujenane I.**, 1988. Schéma global d'amélioration génétique des ovins : exemple de la race D'man. *Homme, Terres et Eaux* 72 : 99-107.
- Boujenane I.**, 1996. Méthodes d'évaluation génétique des reproducteurs : Application aux taureaux d'I.A. du programme national de testage. Séminaire de l'ANPA sur le programme national d'amélioration génétique des bovins laitiers, Taroudant.
- Boujenane I.**, 2005. Amélioration génétique des animaux domestiques avec exercices et solutions. Département des Productions Animales, I.A.V. Hassan II, Rabat. Polycopié 149 pp.
- Boujenane I.**, 2008. Eléments de réflexion sur l'amélioration génétique des caprins au Maroc. *L'Eleveur* **16** : 13-16.

- Boujenane I., El Hazzab A.,** 2008. Genetic parameters for direct and maternal effects on body weight of Draa goat. *Small Ruminant Research* **80** : 16-21.
- Bourfia M.,** 1989. Caractéristiques distinctives des populations caprines marocaines. Séminaire de l'ANPA sur l'élevage caprin, Ouarzazate. pp. 88-89.
- Caruolo E. V.,** 1974. Milk yield, composition, and somatic cells as a function of time of day in goats under a continuous lighting regimen. *Brit. Vet. J.* **130** : 380.
- Carnicella D., Dario M., Consuelo Caribe Ayers M., Laudadio V., Dario C.,** 2008. The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Ruminant Research* **77** : 71-74.
- Constantinou A., Beuing R., Mavrogenis A.P.,** 1985. Genetic and phenotypic relationships of body weight, milk yield and litter size in Damascus goats. *Small Ruminant Research* **36** : 1-5.
- Crepaldi P., Corti M., Cicognaet M.,** 1999. Factors affecting milk production and prolificacy of Alpine goats in Lombardy (Italy). *Small Ruminant Research* **32** : 83-88.
- Dempfle L., Hagger Ch.,** 1983. Comparison of the efficiency of BLUP with other estimation procedures in dairy evaluation I. Theoretical investigation. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.* **100** : 196-208.
- Diaz E., Analla M., Munoz-Serrano A., Alonso-Moraga A., Serradilla J.M.,** 1999. Variation of milk yield and contents of total casein and casein fractions in Murciano-Granadina goats. *Small Ruminant Research* **34** : 141-147.
- Direction de l'Élevage,** 1997. Situation de l'élevage caprin au Maroc et stratégie d'intégration. Service du Suivi et de l'Évaluation. Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole, Rabat.
- Direction de l'Élevage,** 2008. Élevage en chiffres 2007. Service du Suivi et de l'Évaluation. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Rabat.
- Dong M.C., Van Vleck L.D., Wiggans G.R.,** 1988. Effect of relationship on estimation of variance components with an animal model and restricted maximum likelihood. *J. Dairy Sci.,* **71**: 3047-3052

- D.P.A.E.**, 2008. Enquête élevage (mars-avril): Effectifs des bovins, ovins et caprins. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Rabat.
- Ducroq V.**, 1990. Multiple trait prediction : Principales and problems. Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., 18 : 455-462.
- Dudouet E.**, 1982. Courbe de lactation théorique de la chèvre et application. Le Point Vétérinaire **14** : 53-61.
- El Aïch A., Bourbouze A., Morand-Fehr P.**, 2005. La chèvre dans l'arganeraie. Actes Editions, Rabat. pp. 123.
- Ezzahiri A., Ben Lakhal M.**, 1985. Rapport sur la comparaison des performances de 3 races de chèvres dans la région de Ouarzazate. Office Régional de Mise en Valeur Agricole, Ouarzazate, Maroc. pp. 15.
- Ezzahiri A., Ben Lakhal M.**, 1988. Rapport sur les résultats d'observation d'un troupeau de chèvres laitières D'man en station. Office Régional de Mise en Valeur Agricole, Ouarzazate, Maroc. pp. 18.
- Ezzahiri A., Ben Lakhal M.**, 1989. Performances de la chèvre D'man élevée en station au Maroc. Maghreb Vétérinaire **4**, (16) : 30.
- Fernandez C., Sanchez A., Garcés C., Rubert-Aleman J., Diaz J.R.**, 2000. Courbe de lactation chez la chèvre Murciano-Granadina primipare. Renc. Rech. Ruminants **7** : 136.
- Finley C.M., Thompson J.R., Bradford G.E.**, 1984. Age-Parity-Season adjustment factors of milk and fat yields of dairy goats. J. Dairy Sci. **67** : 1868-1872.
- Fresno M., Serrano I., Rodero J.M., Delgado J.V., Capote J., Rodero A., Herrera M.**, 1992. Efecto de algunos factores ambientales sobre la producción lechera de cabras tinerfenas. Actas de las XVI Jornadas Científicas, Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia Pamplona, Spain : 369-373.
- Gengler N.**, 1996. Persistency of lactation yields: A review. Proceeding of the Interbull Annual Meeting. Gembloux, Belgium, January 21-23, Bulletin No. 12. Department of Animal Breeding and Genetics, SLU, Uppsala, Sweden, pp : 87-96.

- Gill G. S., Dev D. S.,** 1972. Performance of two exotic breeds of goats under Indian conditions. *Indian J. Anim. Prod.* **3**:173.
- Gipson T.A., Grossman M.,** 1990. Lactation curves in dairy goat : A review. *Small Ruminant Research* **3** : 383-396.
- Hachi A.,** 1990. La chèvre D'man : Contribution à l'étude des caractéristiques de reproduction. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat.
- Haumesser, J. B.** 1975. Some aspects of reproduction in the Red Sokoto goat. Comparison with other tropical and sub-tropical breeds. *Revue Alev. Méd. Vét. Pays trop.* **28** : 225.
- Hayden T.I., Thomas C.R.,** 1979. Effect of number of young born (litter size) on milk yield in goat : role for placental lactogen. *J. Dairy Sci.* **62** : 53-57.
- Hossaini-Hilali J., Mouslih Y.,** 2002. La chèvre Draa : Potentiel de production et caractéristiques d'adaptation aux contraintes de l'environnement aride. *Animal Genetic Ressources Information* **32** : 49-56.
- Hossaini-Hilali J., Benlamlih S.,** 1995. La chèvre noire marocaine : Capacités d'adaptation aux conditions arides. *Animal Genetic Ressources Information* **15** : 51-55.
- Hossaini-Hilali J., Benlamlih S., Dahlborn K.,** 1994. Effects of dehydration, rehydration and hyperhydration in lactating and nonlactating Black Moroccan goat. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **109A** : 1017-1026.
- Henderson C.R.,** 1973. Sire evaluation and genetic trend. Proceedings of the Symposium of Animal Breeding and Genetics in honor of Dr J.L. Lush, Blacksburgh, Virginia. American Society of Animal Science, Champaign, Illinois. 10-41.
- ICAR.** 2007. International Agreement of Recording Practices, ICAR Recording Guidelines. ICAR.
- Ilahi H., Chastin F., Bouvier F., Arhainx J., Ricard E., Manfredi E.,** 1999. Milking characteristics of dairy goats. *Small Ruminant Research* **34** : 97-102.
- Iloeje M.U., Van Vleck L.D.,** 1978. Genetics of dairy goats: A review. *J. Dairy Sci.* **61** : 1521-1528.

**Hoeje M.U., Van Vleck L.D., Wiggans G.R.**, 1981. Components of variance for milk and fat yields in dairy goats. *J. Dairy Sci.* **64** : 2290-2293

**Institut d'Elevage**, 1999. La sélection et les index chez les bovins et les caprins. Notions générales de génétique.

Internet: <http://www.inst-elevage.asso.fr> Consulté le 18/12/08

**Jamrozik J., Schaeffer L.R.**, 1997. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yields traits of first lactation Holstein. *J. Dairy Sci.* **80** : 762-770.

**Jamrozik J., Schaeffer L.R., Dekkers J.C.M.**, 1997. Genetic evaluation of dairy cattle using test-day yields and random regression model. *J. Dairy Sci.* **80** : 1217-1226.

**Jensen J.**, 2001. Genetic evaluation of dairy cattle using test-day models. *J. Dairy Sci.* **84** : 2803-2812.

**Kafidi N., Leroy P., Michaux C., François A.**, 1990. Facteurs non génétiques influençant la production laitière au cours des trois premières lactations en race Pie-Noire de Belgique. II) Influence du troupeau et de l'année de vêlage. *Ann. Méd. Vét.*, **134** : 395-404.

**Kennedy B.W., Finley C.M., Bradford G.E.**, 1982. Phenotypic and genetic relationships between reproduction and milk production in dairy goats. *J. Dairy Sci.* **65** : 2373-2383

**Keskin I., Birol D.**, 2006. Comparison of different mathematical model of describing the complete lactation of Akkaraman ewes in Turkey. *Asian Journal of Animal Science*, **19** : 1551-1555.

**Kominakis A., Rogdakis E., Vasiloudis Ch., Liaskos O.**, 2000. Genetic and environmental sources of variation of milk yield of Skopelos dairy goat. *Small Ruminant Research* **36**: 1-5.

**Lakhdar A.**, 2004. Evaluation génétique des chèvres laitières Alpines du domaine Douiet. Mémoire de 3<sup>ème</sup> Cycle d'Ingénieur Agronome. E.N.A. de Meknès, Meknès.

**Lahlou-Kassi A., Berger Y.M., Bradford G.E., Boukhliq R., Tibary A., Derqaoui L., Boujenane I.**, 1989. Performance of D'man and Sardi sheep on accelerated lambing. I. Fertility, litter size, postpartum anoestrus and puberty. *Small Ruminant Research* **2** : 225-238.

- Masselin S., Sauvant D., Chappout D., Milan D.,** 1987. Les models d'ajustement des courbes de lactation. *Ann. Zootech.* **36** : 171-206.
- Marzouk K.M., Elfeel F.R.M., Hassan H.A., Sallam M.T.,** 2000. Department of Animals Aroduction, Faculty of Agriculture, Minia University, Minia, Egypt.
- Mavrogenis A.P., Papachristoforou C., Lysandrides P., Roushias A.,** 1989. Environmental and genetics effects on udder characteristics and milk production in Damascus goats. *Small Ruminant Research* **2** : 333-343.
- Mayers P., Stoll J., Bormann J., Reents R., Gengler N.,** 2004. Prediction of daily milk fat and protein production by a random regression test-day model. *J. Dairy Sci.* **87** : 1925-1933.
- Meyer K., Grasser H.U., Hammond K.,** 1989. Estimates of genetic parameters for first lactation test-day production of Australian Black and White cows. *Livest. Prod. Sci.* **21** : 177-199.
- Miller P.D., Lentz W.E., Henderson C.R.,** 1970. Joint influence of month and age of calving on milk yield of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **53**: 351.
- Minvielle F.,** 1990. Principes d'amélioration génétique des animaux domestiques. INRA et les Presses de l'Université de Laval, Paris.
- Mioc B.,** 1991. Effect of races and number of kids on first lactation goat milk traits. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra* **56** : 3-4.
- Montaldo A., Almanza A., Juarez A.,** 1997. Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats. *Small Ruminant Research* **24**: 195-202.
- Mukundan, G., Rajagopalan T. G.,** 1971. An evaluation of the influence of age of the dam on the frequency of multiple births in Malabari goats. *Kerala J. of Vet. Sci.* **2**:95.
- Niznikowski R., Rant W., Samitowska R., Migielska H.,** 1994. Preliminary characteristics of some factors affecting milk performance of goat bred in Opole district, Poland. I. The sources of variances and correlation between traits, *Ann. Warsaw Agric. Univ., SGGW AR, Anim. Sci.* **30** : 69-73.
- ORMVAO,** 2008. La chèvre Draa. *L'Eleveur* **16** : 17-18.

- Pala A., Savas T.,** 2006. Relationships between daily, morning, evening and peak yield and persistency in Turkish Saanen goats. *Anim. Sci.* **77** : 532-537.
- Pirchner F.,** 1983. *Population Genetics in Animal Breeding.* Plenum, New York.
- Prakesh C., Acharya R. M., Dhillon J. S.,** 1971. Sources of variation in milk production in Beetal goats. *Indian J. Anim. Sci.* **41** : 356.
- Raats J.G., Wilke p.I., Du Toit J.E.J.,** 1983. The effect of age and litter size on milk production in Boer goats. *South African Journal of Animal Science* **13** : 240-243.
- Rabasco A., Serradilla J.M., Padilla J.A., Serrano A.,** 1993. Genetic and non-genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats. *Small Ruminant Research* **11** : 151-161.
- Ronningen K.,** 1965. Causes of variation in the flavour intensity of goat milk. *Acta. Agr. Scand.* **15** : 301.
- Sada I., F. Vohradsk F.,** 1973. West African Dwarf goats in Ghana. *Institut Tropickho a Subtropickeho Zemddlstvi.* **6**:161.
- Sauvant D., Morand-Fehr P.,** 1975. Classification des courbes de lactation et d'évolution de la composition du lait de la chèvre. *J. Recherche Ovine et Caprine* **2-4** : 90-107.
- Silanikove N., Merin U., Leitner G.,** 2006. Physiological role of indigenous milk enzymes: An overview of an evolving picture. *Int. Dairy J.* **16** : 533-545.
- Stanton T.L., Jones L.R., Everett R.W., Kachman S.D.,** 1992. Estimating milk, fat and protein lactation curves with a test day model. *J. Dairy Sci.* **75** : 1691-1700.
- Tadlaoui Ouafi A., Babilliot J.M., Leroux C., Martin P.,** 2002. Genetic diversity of the two main Moroccan goat breeds: phylogenetic relationships with four breeds reared in France. *Small Ruminant Research* **45** : 225-233.
- Tijani A.,** 1999. Estimation des paramètres génétiques des productions laitières journalières chez la vache Holstein aux Etats-Unis d'Amérique. Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

- Togashi K., Lin C.Y., Youkouchi K.,** 2004. Overview of genetic evaluation in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* **75** : 275-284.
- Touzami A.,** 1998. Contribution à l'étude du polymorphisme biochimique chez les populations caprines marocaines. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat.
- Valencia M., Dobler J., Montaldo H.H.,** 2007. Genetic and phenotypic parameters for lactation traits in a flock of Saanen in Mexico. *Small Ruminant Research* **68** : 318-322.
- Vargaz B., Perez E., Van Arendonk J.A.M.,** 1998. Analysis of test-day yield data of Costa Rican dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **81** : 255-263.
- Weller J.R., Ezra E.,** 2003. Genetic analysis of the Israel Holstein dairy cattle population for production and nonproduction traits with a multitrait animal model. *J. Dairy Sci.*, **87**: 1519-1527.
- Wiggans G.R., Goddard M.E.,** 1997. A computationally feasible test-day model for genetic evaluation of yield traits in the United States. *J. Dairy Sci.* **80** : 1795-1800.
- Zumbach B., Tsuruta S., Misztal I., Peters K.J.,** 2008. Use of a test day model for dairy goat milk yield across lactation in Germany. *J. Anim. Breed. Genet.* **125**: 160-167.

## ملخص

هت هذه الدراسة، تحليل نتائج التناسل و التقييم الوراثي لإنتاج الحليب عند الماعز من السلالة المحلية "درعه" بمحطة سكورة التابعة للمكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لورزازات. كانت النتائج المهمة كالتالي: معدل السن عند أول ولادة لماعز سلالة درعة هو 25,5 شهرا. معدل مدة الحمل هو 156 يوما. المدة الفاصلة بين ولادتين والمدة الفاصلة بين ولادة ونجاح الإخصاب هما على التوالي 157 يوما و 206 يوما. أما فيما يتعلق بإنتاج الحليب فيعادل 1,3 كلغ خلال مدة الإلبان كاملة و 55,2 كلغ خلال مدة 120 يوما, بينما الإنتاج اليومي من الحليب فيبلغ 0,46 كلغ. يبلغ معدل مدة الإلبان 133 يوما ومدة النضوب ب 238 يوما. ولقد تبين أن موسم الإنجاب، وسنة الإنجاب و حجم الحمل لهم تأثير فعال على إنتاج الحليب خلال 120 يوم. في حين أن إنتاج الحليب اليومي يتأثر برقم الحلبة، سن الماعز عند الإنجاب، سنة الإنجاب، حجم الحمل، فصل الإلبان ويوم مراقبة الحليب. بينما مدة الإلبان تتأثر فقط بموسم الإنجاب، وسنة الإنجاب.

تم تقدير مكونات الاختلاف باستعمال طريقة « DF.REML » ونموذج حيواني. أظهرت النتائج على أن تقديرات القيمة التكرارية لإنتاج الحليب خلال 120 يوما وإنتاج الحليب اليومي هما على التوالي 0,17 و 0,14 أما قيمتها الوراثية فتقدر على التوالي ب 0,15 و 0,009. تم التقييم الوراثي للماعز باستعمال طريقة " BLUP " مطبقة على نموذج حيواني. التقدّم الوراثي لإنتاج الحليب خلال 120 يوما وإنتاج الحليب اليومي هما على التوالي 0,12- كلغ و 0,00005- كلغ

كلمات مفتاحية: ماعز درعة، إنتاج الحليب، العوامل الغير الوراثية، القيمة التكرارية، القيمة الوراثية، التقييم الوراثي، النموذج الحيواني.



المملكة المغربية  
معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة  
الرباط

المعهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة  
الرباط

## التحليل الوراثي لإنتاج الحليب عند الماعز من السلالة د ر عه

قدمت و نوقشت علنيا من طرف : السيدة نجوى لشير

أمام اللجنة المكونة من

معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة	رئيس :	أ. العيش	الأستاذ
معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة	مقرر :	أ. بوجنان	الأستاذ
المكتب الجهوي للإستثمار الفلاحي بورزازات	ممتحن :	ج. الحزاب	السيد
معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة	ممتحن :	ج. حسيني هلاي	الأستاذ
الجمعية الوطنية لمربي الاغنام و الماعز. ورزازات	ممتحن :	م. لدماي	السيد

يونيو 2009

معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة صندوق البريد 6202 الرباط المعاهد 11010

الهاتف 05 37 77 17 58/59/45 فاكس 05 37 77 81 35 /77/58/38