

## Lactation curves of dairy traits according to calving season of Friesian-Holstein dairy cattle in Tunisia

### Courbes de lactation des caractères laitiers selon la saison de vêlage chez les vaches laitières Frisonne-Holstein en Tunisie

M. KHALIFA<sup>1\*</sup>, A. HAMROUNI<sup>1</sup>, M. DJEMALI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Animal Genetic Resources and Feed Resources Research Lab: National Agronomy Institute- Tunis, 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis 1082

\*Corresponding author: moniakhlifi3h@gmail.com

**Abstract** – The effect of month or season of calving on production traits has been reported in dairy cattle as a main source of variation of milk traits. The dairy cow produces differently in relation to the period of calving. The shape of its lactation curve based on seasonal effects represents a reliable tool to evaluate its adaptation to climate variation within and across years. The objectives of this study were to: 1) identify the major environmental and non-genetic factors of Holstein production traits under Southern Mediterranean breeding systems and 2) describe their milk performances (lactation curve, fat and protein amounts) according to calving season. A total of 836.901 daily tests of 67.137 Friesian Holstein, recorded in 2885 herds from 2003 to 2015, were used in this study. A linear model was developed including Herd daily-test, farm ownership, month of calving, year of calving, lactation number, year of control, age of calving and daily-test control number. Least square solutions of month of calving allowed to identify 3 different seasons of calving with season 1 including five months (September to January), season 2 including four months (February to May) and season 3 including Summer months. The same linear model was used within season. Main results showed that daily herd-test, month of calving, year of calving, lactation number, year of control, age of calving and test control number were all significant sources of variation for milk, fat and protein amounts. Average daily performances for milk, fat and protein yield, fat and protein percent were  $18.51 \pm 8\text{kg/d}$ ;  $0.67 \pm 0.30\text{kg/d}$ ;  $0.59 \pm 0.25\text{ kg/d}$ ;  $3.63\% \pm 0.74$  and  $3.18 \pm 0.40\%$ , respectively. The trends of the lactation curves showed that the cows that calved during autumn and winter produce more milk during all lactation than those which calved in spring and summer.

**Keywords:** Holstein, curve, lactation, season, calving.

**Résumé** – L'effet du mois de vêlage sur les caractères de production laitière a été rapporté chez les bovins comme une source principale de variation de la composition de lait. La vache laitière produit différemment pendant la période de vêlage. L'étude de l'allure de la courbe de lactation en fonction de la saison représente un outil fiable pour évaluer l'adaptation de la vache à la variation climatique interannuelle. Les objectifs de cette étude étaient : 1) Identifier les principaux facteurs environnementaux et non génétiques influençant la variation des performances laitières de la vache Holstein élevée dans les systèmes de production dans le Sud de la Méditerranée et 2) décrire ses performances laitières (courbe de lactation, taux de matière grasse et des protéines) selon la saison de vêlage. Un total de 836901 contrôles journaliers, issus de 67135 vaches Frisonne-Holstein Tunisiennes, enregistré dans 2885 troupeaux entre 2003 et 2015 a été analysé dans cette étude. Un modèle linéaire a été développé, y compris troupeau-jour de contrôle, secteur, mois de vêlage, année de vêlage, numéro de lactation, année de contrôle, âge et numéro de contrôle. Les solutions des moindres carrées de mois de vêlage ont permis d'identifier 3 saisons de vêlage différentes : Saison1 (Septembre à Janvier), saison 2 (Février à Mai) et saison 3 (Juin à Aout). Les résultats ont montré que les facteurs inclus dans le modèle étaient tous des sources importantes de variation pour les performances laitières. Les performances moyennes estimées pour le lait, la matière grasse, la matière protéique, le taux butyreux et le taux protéique étaient, respectivement, de l'ordre de  $18,51 \pm 8,00\text{ kg/j}$ ;  $0,67 \pm 0,30\text{ kg/j}$ ;  $0,59 \pm 0,25\text{ kg/j}$ ;  $3,63 \pm 0,74\%$  et  $3,18 \pm 0,40\%$ . Les tendances des courbes de lactation ont montré que les vaches vêlant en automne et en hiver ont produit plus de lait durant toute la lactation comparée à celles vêlant en printemps et en été.

**Mots clés :** Holstein, courbe, lactation, saison, vêlage.



## 1. Introduction

Le niveau de production des vaches laitières est influencé par plusieurs facteurs classés en deux catégories principales. Des facteurs purement génétiques liés à l'animal et d'autres du milieu. Les généticiens essaient depuis la fondation de la génétique animale de prédire la valeur génétique des animaux sur laquelle la sélection est réalisée pour produire des animaux performants dans leur milieu et assurer une productivité améliorée. Les pays qui ne maîtrisent pas les méthodes d'évaluation génétique font souvent appel à l'importation d'animaux améliorés ou de la semence animale. En Tunisie, les importations des génisses et des semences animales ont modifié fortement la composition génétique du cheptel bovin et ont contribué, par conséquent, à l'augmentation de la production laitière. Accusant un grand déficit en lait dans les années 70, la Tunisie a atteint l'autosuffisance en lait en 1999 (GIVLait, 2011).

Plusieurs études se sont occupées du comportement des bovins laitiers dans leurs systèmes d'élevage en essayant d'évaluer les effets non génétiques comme le numéro de lactation et l'âge au vêlage sur les performances productives et reproductives des vaches. Les effets du milieu comme la conduite ou la saison de vêlage exercés sur les performances laitières des vaches ont aussi attiré l'attention des zootechniciens. Actuellement, les contrôles laitiers journaliers ou mensuels offrent une occasion pour suivre les vaches laitières au jour près (ICAR, 2015). La modélisation d'une courbe de lactation en se basant sur les données de contrôle de performances enregistrées mensuellement au cours de la lactation, permet ainsi, une prise en compte d'une manière précise des effets d'environnement affectant la production. C'est dans ce cadre que les objectifs de cette étude étaient 1) Identifier les principaux facteurs environnementaux et non génétiques des caractères de production de la vache Holstein dans les systèmes de production du Sud de la Méditerranée et 2) décrire ses performances (courbe de lactation, taux de matière grasses et protéines) selon la saison de vêlage.

## 2. Matériel et Méthodes

Un total de 836901 contrôles laitiers journaliers issus des services de contrôle des performances de l'Office de l'Élevage et des Pâturages (OEP) a été utilisé et analysé dans cette étude. Ces contrôles ont été assurés pendant la période allant de 2003 à 2015 et ont concerné un total 67135 vaches Frisonne-Holstein Tunisiennes issues de 2885 fermes. Le modèle linéaire (1) a été utilisé pour étudier les sources de variation des différents paramètres étudiés (Lait, matières grasse et protéique, taux butyreux et protéique).

$$Y_{ijklmnop} = \mu + \text{sect}_i + \text{TJC}(\text{sect})_{ij} + \text{AV}_k + \text{MV}_l + \text{NL}_m + \text{NC}_n + \text{Age}_o + \text{AC}_p + e_{ijklmnop} \quad (1)$$

$Y_{ijklmnop}$ : production journalière de lait, matière grasse, matière protéique, taux butyreux et protéiques;  
 $\mu$ : moyenne de la population;  $\text{Sect}_i$ : effet fixe du secteur ( $i=1-5$ );  $\text{TJC}(\text{sect})_{ij}$ : effet fixe du troupeau-jour de contrôle intra secteur ( $i*j$ );  $\text{AV}_k$ : effet fixe de l'année de vêlage ( $k=2003-2015$ );  $\text{MV}_l$ : effet fixe du mois de vêlage (Janvier – Décembre);  $\text{NL}_m$ : effet fixe du numéro de lactation ( $m=1-7$ );  $\text{NC}_n$ : effet du numéro de contrôle ( $n=1-11$ );  $\text{Age}_o$ : effet fixe de la classe d'âge au vêlage ( $o=1-8$ , respectivement  $24 \leq C1 \leq 30$ ,  $31 \leq C2 \leq 36$ ,  $37 \leq C3 \leq 42$ ,  $43 \leq C4 \leq 48$ ,  $49 \leq C5 \leq 54$ ,  $55 \leq C6 \leq 60$ ,  $61 \leq C7 \leq 66$  et  $C8 > 66$ );  $\text{AC}_p$ : effet fixe de l'année de contrôle ( $p=2003-2016$ ) et  $e_{ijklmnop}$ : erreur résiduelle.

## 3. Résultats et Discussion

### 3.1. Production laitière et sa composition

#### 3.1.1. Production laitière

Les performances moyennes de la production laitière journalière des vaches Holstein en Tunisie ainsi que la composition du lait en matière grasse et en matière protéique sont figurées dans le tableau (1). La production laitière journalière au cours des différents contrôles laitiers des vaches Holstein élevées dans le Sud de la Méditerranée est en moyenne de 18,56 kg avec un écart-type de 8 kg. Prendville et al. (2010) ainsi que Rekik et al. (2009) ont trouvé des résultats similaires. Cependant, des performances plus supérieures ont été décrites chez des vaches Holstein élevées au Maroc avec une moyenne de 20,7 kg/j (Boujenane et Hilal, 2012), en France de l'ordre de 23,1 kg/j (Hurtaud et al., 2010) au Danemark de l'ordre de 28,87 kg/j (Lovenvdahl et Chagunda, 2011) et aux Etats-Unis avec une moyenne de 29,1 kg/j (Capper et Cady, 2012).

### 3.1.2. Matière grasse

La teneur moyenne de la matière grasse était de  $3,63 \pm 0,74\%$  (Tableau 1). Ce taux est proche à ceux obtenus par Houchati et al. (2016) avec une valeur de 3,64%, supérieur à ceux trouvés par Djemali et Berger (1992), Bousselmi et al. (2010) avec des valeurs, respectivement, de l'ordre de 2,93% et 3,44 %. Cependant, notre observation est inférieure à ceux rapportées par Hurtaud et al. (2010) Lovenvdahl et Chagunda (2011), Nistor et al. (2011), Capper et Cady, (2012) et Missanjo et al. (2013) qui ont trouvés des valeurs, respectivement, de l'ordre de 4,45%; 4,14 % ; 3,86% ; 3,80 % et 3,96 %. D'après Agridae (2007), le taux butyreux de lait de vache se situe entre 3,8% et 4,2%. La moyenne de la quantité de matière grasse était de  $0,67 \pm 0,3$  kg/j avec un coefficient de variation de 45% (Tableau 1). Cette quantité est inférieure à celle obtenue par Lovenvdahl et Chagunda (2011) qui ont trouvé une valeur de l'ordre de 1,17kg/j, mais proche à celle trouvée par Rekik et al. (2009).

### 3.1.3. Matière protéique

La moyenne du taux protéique est de l'ordre de  $3,18 \pm 0,4\%$  (Tableau 1). Le taux protéique normal en laiterie est compris entre 3 et 3,4%. Des valeurs proches, comprises entre 3,23 et 3,13%, ont été rapportées par Bouraoui et al. (2009), Bousselmi et al. (2010), Hurtaud et al. (2010), Nistor et al. (2011) Ce taux protéique observé dans notre étude est inférieur à ceux rapportés par Lovenvdahl et Chagunda (2011), Missanjo et al. (2013) qui ont obtenu des taux respectivement de l'ordre de 3,53% et 3,39 %. Cependant, il est supérieur à ceux rapportés par Rekik et al. (2009) avec une valeur de 3,08% et Capper et Cady, (2012) avec 3,1%. La quantité de la matière protéique est de  $0,59 \pm 0,25$  kg/j avec un coefficient de variation de 43% (Tableau 1). Une valeur similaire a été obtenue par Rekik et al. (2009). Cependant, Lovenvdahl et Chagunda (2011) ont trouvé une valeur plus élevée de 0,96 kg/j.

**Tableau 1.** Valeurs moyennes des performances laitières

Variable	N	Moyenne	Ecart-type	CV (%)
Lait (kg)	811883	18,56	7,79	41,95
Matière Grasse (kg)	786909	0,67	0,30	45,34
Matière Protéique (kg)	790779	0,59	0,26	43,17
Taux Protéique (%)	790779	3,18	0,40	12,69
Taux Butyreux (%)	786909	3,63	0,75	20,54
Durée de lactation	811883	184,74	110,03	59,56

### 3.2. Variation des performances laitières selon la saison du vêlage

Les productions journalières moyennes des quantités de lait, matière grasse, matière protéique, et des taux butyreux et protéiques sont variables selon la saison de vêlage (Tableau 2). Les productions de lait, de matière grasse et de protéines sont optimales entre les mois de septembre et de février correspondant aux saisons d'automne et d'hiver avec 18,76 kg/j pour la production laitière, 0,68 kg/j pour la matière grasse et 0,59 kg/j pour la matière protéique. Cependant, les productions n'ont pas varié durant le printemps et l'été, avec respectivement 18,21 et 18,46kg/j pour le lait ; 0,66 et 0,67kg/j pour la matière grasse ; 0,58 et 0,59kg/j pour la matière protéique. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par Kamga et al. (2001), Boujenane (2002) et Mouffok et Madani. (2005), qui ont rapporté que les vêlages d'hiver et d'automne engendrent une production laitière plus élevée à celle produite durant les vêlages d'été et de printemps.

La saison de vêlage influe significativement les taux butyreux et protéique. Ces derniers ont été les plus élevés en printemps et les plus faibles en automne-début hiver. Cet effet de la saison sur la variation des taux butyreux et protéique a été également confirmé par Boujenane (2002) et probablement lié à des variations de la quantité et de la qualité d'alimentation.

**Tableau 2.** Performances laitières par saison de vêlage

	Saison 1		Saison 2		Saison 3	
	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
Lait (kg)	18,76	7,89	18,21	7,73	18,46	7,71
Matière Grasse (kg)	0,68	0,31	0,66	0,30	0,67	0,30
Matière Protéique (kg)	0,59	0,26	0,58	0,25	0,59	0,25
Taux Protéique (%)	3,17	0,39	3,19	0,41	3,19	0,41
Taux Butyreux (%)	3,63	0,74	3,65	0,76	3,63	0,74

### 3.3. Sources de variation des performances laitières

L'analyse préliminaire (Modèle1) a identifié des sources de variation importantes pour le lait, la matière grasse, la matière protéique, le taux butyreux et le taux protéique (Tableau 3). Le coefficient de détermination ( $R^2$ ) observé est de 41%, 33%, 38%, 16% et 13%, respectivement pour la production laitière journalière, la matière grasse, la matière protéique, le taux butyreux et protéique. Les principales sources de variation des performances laitières sont représentées par : Troupeau -jour de contrôle, secteur d'élevage, mois de vêlage, année de vêlage, année de contrôle, numéro de lactation, numéro de contrôle et âge au vêlage. Leurs effets sont hautement significatifs ( $p < 0.0001$ ). Ces résultats prouvent que les performances laitières sont sous l'influence des facteurs liés au mode de conduite et à l'environnement ainsi qu'aux facteurs non génétiques (Numéro de lactation et l'âge au vêlage). Les mêmes résultats ont été prouvés par Bouraoui et al. (2009), Darej et al. (2010), M'Hamdi et al. (2012) en Tunisie, ainsi que par Mayeres et al. (2004); Koivula et al.(2007); Leclerc et al.(2008) et Leclerc et al.(2009) à l'échelle internationale.

**Tableau 3.** Sources de variation du lait et sa composition

Source de variation	Lait		Taux Butyreux		Taux Protéique		Matière Grasse		Matière Protéique	
	ddl	P>F	ddl	P>F	ddl	P>F	ddl	P>F	ddl	P>F
Secteur	4	***	4	***	4	***	4	***	4	***
Tjc(secteur)	33082	***	31644	***	31846	***	31644	***	31846	***
Année de vêlage	12	***	12	***	12	***	12	***	12	***
Année de contrôle	13	***	13	***	13	***	13	***	13	***
Mois de vêlage	11	***	11	***	11	***	11	***	11	***
Numéro de lactation	6	***	6	***	6	***	6	***	6	***
Numéro de contrôle	10	***	10	***	10	***	10	***	10	***
Age au vêlage	7	***	7	***	7	***	7	***	7	***
Erreur	803755		777279		781766		777279		781766	
$R^2$	41%		16%		13%		33%		38%	

\*\*\*  $P < 0.0001$  : très hautement significatif, tjc : troupeau-jour de contrôle

### 3.4. Effet du mois de vêlage sur la production laitière et sa composition

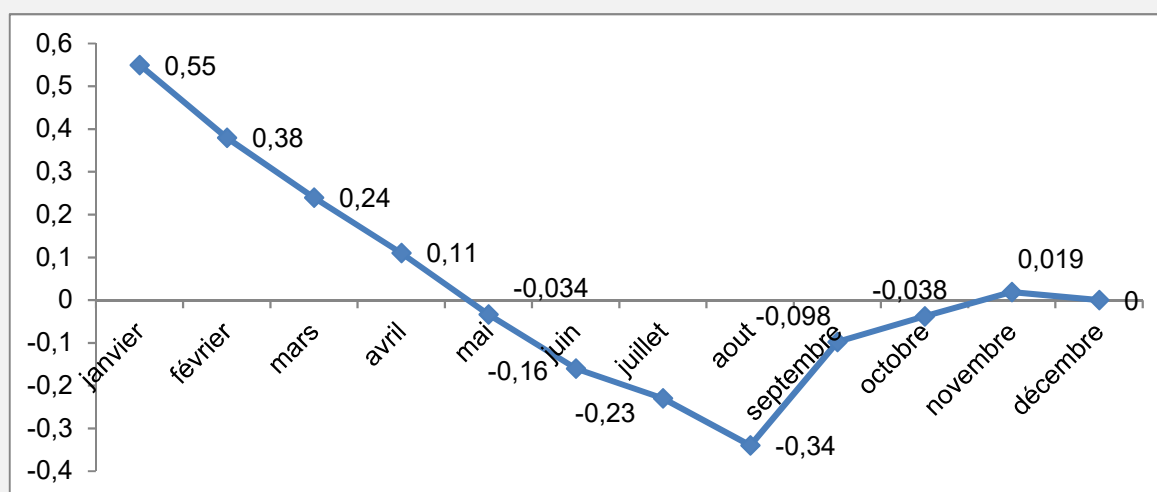
Les solutions des moindres carrées de l'effet du mois de vêlage sur la production laitière sont illustrées dans le tableau (4). De nombreux auteurs ont mentionné que le mois du vêlage ayant une influence significative sur la production laitière de vache (Rekik et al., 2006 Leclerc et al., 2008 ; Leclerc et al., 2009 et Bouallègue et al., 2014 ). Dans cette étude, l'effet du mois de vêlage est significatif sur le rendement laitier quotidien. Trois saisons de vêlage ont été rapportées par Djemali et Berger (1992). Les mois de vêlage optimal sont en octobre, novembre, décembre et janvier. Cela correspond à la saison d'automne et le début de l'hiver. La deuxième saison est le printemps. Les productions les plus faibles

ont été enregistrées pendant la saison estivale (Juin, Juillet et Août ; Figure 1). La variation saisonnière de la performance de la vache pourrait être expliquée par le stress thermique de l'été qui réduit sa production laitière et par la variation de la quantité et de la qualité des aliments. Ces résultats concordent avec ceux de Boujenane (2002) et Bouraoui et al. (2002). Ce dernier a montré que le stress thermique estival réduit la production laitière. Une étude réalisée par Djemali et Berger (1992) a justifié l'effet significatif du mois et de la saison de vêlage sur la production laitière. En effet, les vaches qui vêlent en automne et au début d'hiver produisent plus de lait que les vaches vêlant en printemps ou en été. Toutefois la différence de production en mois le plus favorable (Janvier) et celui en mois le plus défavorable (Août) était de 384 kg. Mouffok et Madani (2005) ont rapporté que les saisons d'hiver et d'automne engendrent une quantité de lait supérieure à celle produite durant l'été.

**Tableau 4.** Effet du mois de vêlage sur la production laitière journalière, matière grasse et matière protéique

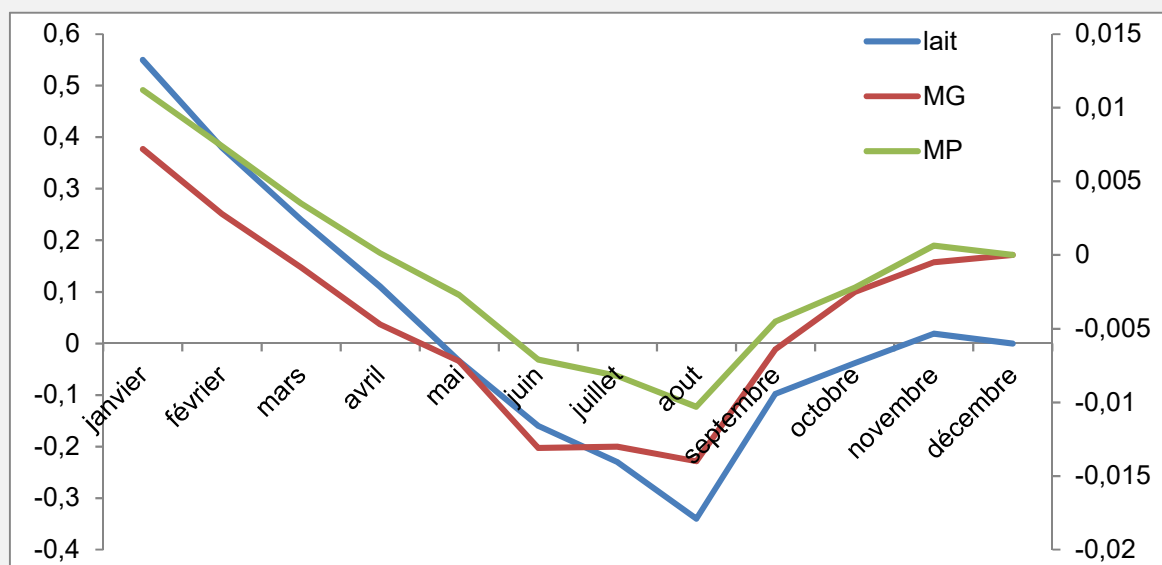
Mois de vêlage	Lactations (%)	Solutions des moindres carrées*		
		Lait journalier* (kg)	Matière grasse* (kg)	Matière protéique* (kg)
1	10,46	0,55	0,0072	0,0112
2	9,02	0,38	0,0028	0,0074
3	8,97	0,24	-0,00083	0,0035
4	7,22	0,11	-0,0047	0,00014
5	6,90	-0,034	-0,0072	-0,0027
6	7,22	-0,16	-0,0131	-0,0071
7	8,49	-0,23	-0,0130	-0,0082
8	8,75	-0,34	-0,014	-0,0103
9	8,32	-0,098	-0,0064	-0,0045
10	8,18	-0,038	-0,0025	-0,0022
11	7,89	0,019	-0,00048	0,00064
12	8,60	0	0	0

\*. Décembre est une base de comparaison



**Figure 1.** Effet du mois de vêlage sur la production laitière.

Les variations selon le mois de vêlage sont réelles pour les vaches Holstein et il devient nécessaire de calculer les coefficients d'ajustements pour la saison de vêlage afin de comparer d'une manière objective les performances individuelles en éliminant le biais introduit par l'effet de saison de vêlage. L'effet du mois de vêlage sur les quantités de matière grasse et de matière protéique a montré un profil similaire en termes de rendement laitier. Les quantités de matière grasse et de matière protéique ont la même tendance que le lait. Les quantités les plus faibles sont enregistrées pendant les mois chauds (Figure 2). Bouraoui et al. (2002) ont trouvé un résultat semblable et ils ont avancé que le stress thermique réduit le rendement laitier et modifie la composition du lait.



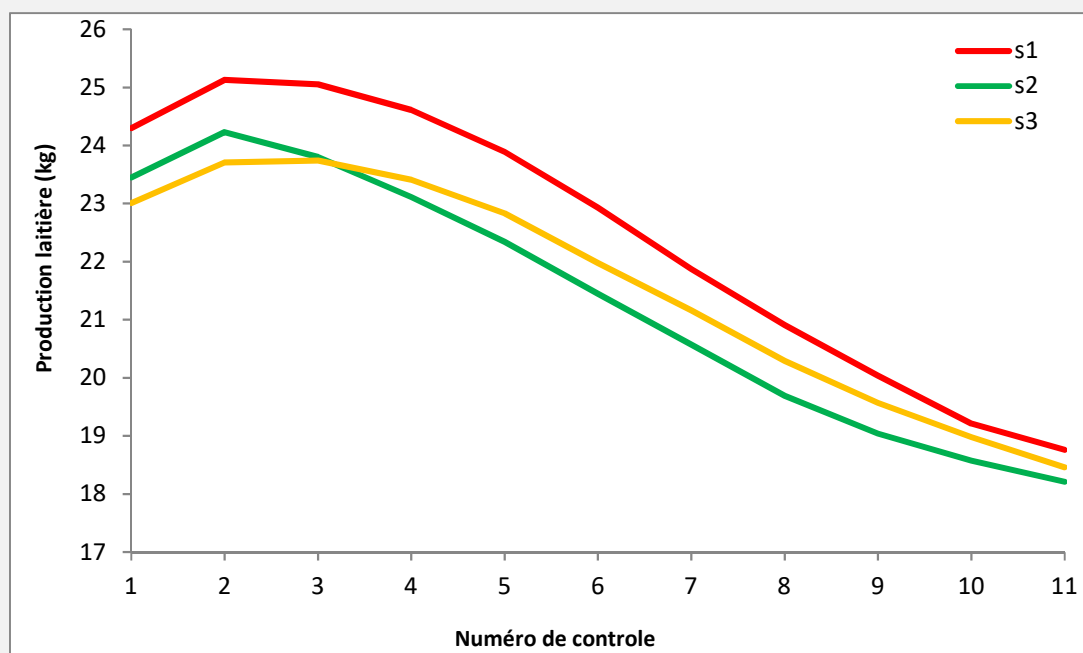
**Figure 2.** Effet du mois de vêlage sur les quantités de matière grasse, matière protéique et le rendement laitier.

MG : matière grasse  
MP : matière protéique

La distribution des fréquences par mois de vêlage (Tableau 4) montre que les producteurs laitiers en Tunisie sont ignorants de l'importance des différences des rendements laitiers liés au mois de vêlage. Environ 24% des vaches ont mis bas pendant la saison estivale. Les éleveurs doivent s'informer sur les pratiques et les techniques de conduite pour optimiser la production laitière.

### 3.5. Nature des courbes de lactation de la production laitière

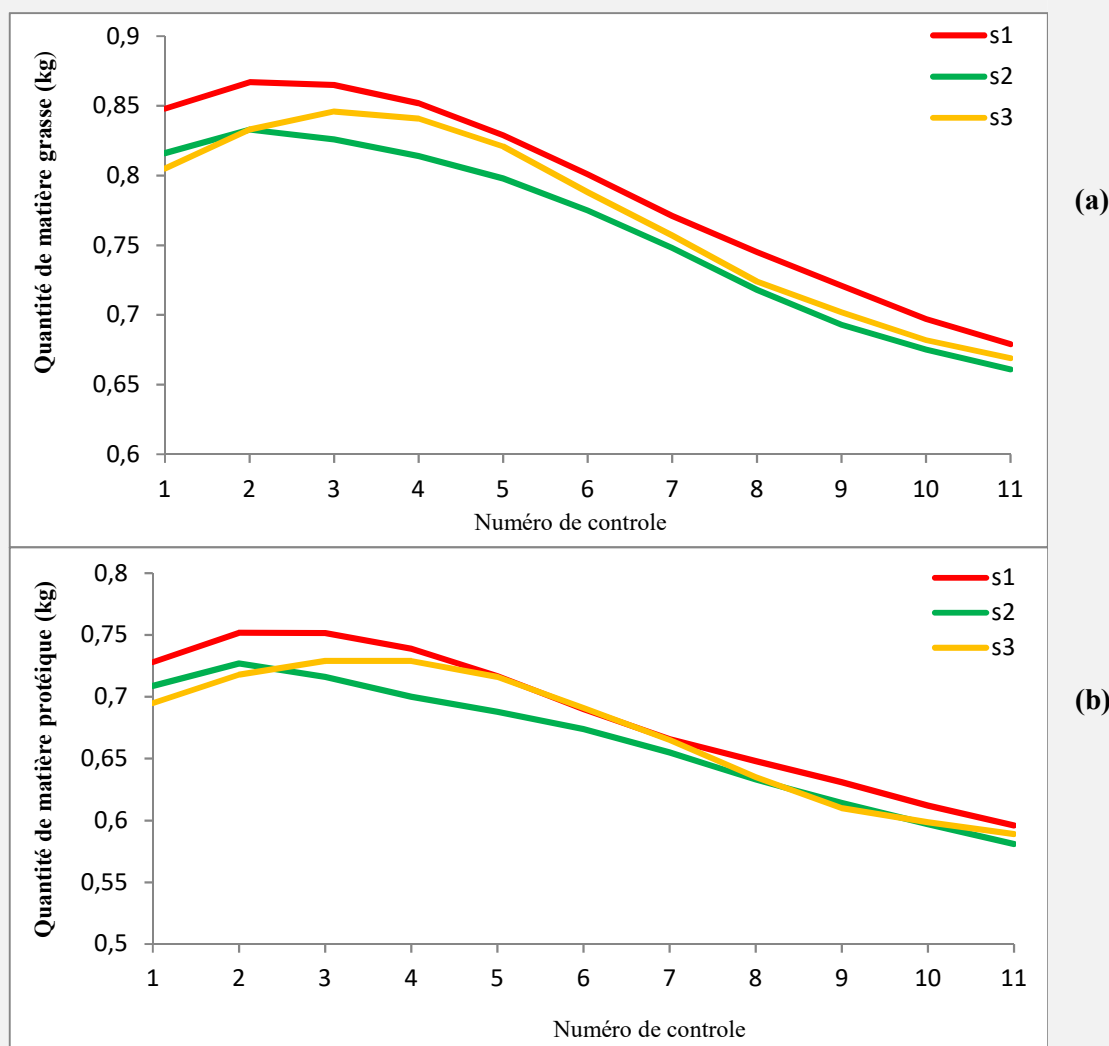
Trois courbes de lactation ont été identifiées en se basant sur les principales saisons de vêlages des vaches Holstein en Tunisie (Djemali et Berger, 1992). Ces courbes traduisent le comportement des vaches Holstein dans les conditions climatiques Tunisiennes (Sud de la Méditerranée). Les allures des courbes pour le lait sont illustrées dans la figure (3). Les vaches qui vêlent en automne et au début d'hiver (septembre-janvier) se caractérisent par une courbe de lactation présentant une allure normale et une quantité laitière supérieure comparées à celles qui vêlent entre Février et août. En plus, elles ont un rendement laitier plus élevé au pic avec un taux de décroissance plus lent. En d'autres termes, elles ont une courbe de lactation très persistante jusqu'à la fin de la lactation. Ces résultats concordent avec ceux de Tekerli et al. (2002), Mouffok et Madani. (2005), Bouallègue et al. (2013), Khalifa et al. (2014). En effet, les vaches qui vêlent au printemps (février-mai) ont une courbe de lactation à allure normale jusqu'aux mois d'été où la courbe chute. L'élévation des températures en été et l'absence des fourrages verts dans l'alimentation constituent un frein à l'extériorisation du potentiel de production. Par contre, les vaches qui vêlent en été (juin-août) se caractérisent par une courbe de lactation de niveau initial de production faible par rapport aux autres saisons pour reprendre en automne.



**Figure 3.** Courbes de lactation des vaches laitières selon la saison de vêlage

S1 : Automne + hiver  
S2 : Printemps  
S3 : Été

Les courbes de lactation de matière grasse et de matière protéique suivent la même tendance que le lait mais la saison de vêlage affecte d'avantage la forme des courbes de matière grasse et de protéine que celle du lait. La saison de vêlage d'automne et de début hiver était plus favorable à la production de matière grasse et de protéines (Figure 4a et 4b). En effet, les vaches qui vêlent au printemps (février-mai) ont une courbe de lactation à allure normale jusqu'aux mois d'été où la courbe chute. Les vaches qui vêlent en automne et au début d'hiver (septembre-janvier) produisent des quantités de matière grasse et de matière protéique supérieures à celles ayant vêlé entre les mois de février et d'août. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par Bouallègue et al. (2013) rapportant que le facteur saison a un effet significatif sur le pic et la persistance pour les quantités de la matière grasse et de matière protéique. Les mêmes auteurs ont souligné que l'effet de la saison de vêlage sur les paramètres de la courbe de lactation (pic et persistance) s'explique par les variations de la température qui affecte la production fourragère surtout en été sous le climat nord-africain lorsque les ressources alimentaires sont limitées et l'effet du stress thermique est important. La plus grande signification de cet effet sur la courbe de lactation pour la composition de lait permet d'avoir différentes formes des courbes. Dans le nord de l'Afrique, des résultats similaires ont été cités mais ils ont été limités uniquement pour le rendement laitier. Boujenane et Hilal (2012) ont affirmé que la saison de vêlage est une source de variation de l'allure de la courbe de lactation pour les caractères laitiers.



**Figure 4.** Variation de la quantité de matière grasse et matière protéique journalière en fonction de la saison de vêlage

#### 4. Conclusion

Cette étude a mis en évidence les sources de variation de la production laitière et de sa composition (rendement laitier, taux butyreux et taux protéiques, quantité de matière grasse et quantité de matière protéique) chez des vaches Holstein élevées en Tunisie (Sud de la Méditerranée ou en Afrique du Nord). L'analyse de la variance du lait et ses composantes a montré que les effets de troupeau-jour de contrôle, secteur d'élevage, mois de vêlage, année de vêlage, année de contrôle, numéro de lactation, numéro de contrôle et âge au vêlage étaient tous des sources de variation significatives. La saison de vêlage affecte les caractères de production de lait constituant ainsi un facteur de différence réel entre les vaches. Elle affecte la forme de la courbe de lactation pour le lait et sa composition. Les vaches vêlant en automne et au début d'hiver sont favorisées par rapport à celles vêlant au printemps et celles vêlant en été. La production au pic et la persistance de production sont affectées par la qualité et la disponibilité des ressources alimentaires. Des coefficients d'ajustement s'avèrent indispensables.

#### Remerciements

Les auteurs reconnaissent l'effort de Centre national de l'amélioration génétique (CNAG : Sidi Thabet, Tunis) en fournissant les données de base utilisées dans cette recherche.



## 5. Références

- Bouallegue M, M'hamdi N, Ben Hamouda M, Haddad B (2014).** Study of non-genetic factors on the shape of lactation curves for milk yield, fat and protein percents of Holstein-Friesian cows under hot Mediterranean climate. *Archiva Zootechnica* 17(1) : 55-75
- Bouallegue M, Haddad B, Aschi M S, Ben Hamouda M (2013).** Effect of environmental factors on lactation curves of milk production traits in Holstein-Friesian cows reared under North African conditions. *Livestock Research for Rural Development* 25 (5) .
- Boujenane I (2002).** Estimates of Genetic and Phenotypic Parameters for Milk Production in Moroccan Holstein-Friesian Cows. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 55 (1) : 63-67.
- Bouraoui R, Lahmer M, Majdoub A, Djemali M, Beleyea R. (2002).** The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.* 51, 479-491.
- Bouraoui R, Rekik B, Ben Gara A (2009).** Performances de reproduction et de production laitière des vaches Brunnes des Alpes et Montbéliardes en région subhumide de la Tunisie. *Livestock Research for Rural Development.* 21 (12).
- Bouraoui R, Ben Salem M, Rekik B, Jbira H (2013).** Impact du stress thermique sur les performances des vaches laitières de race Holstein au centre de la Tunisie. *Livestock Research for Rural Development.* 25(4).
- Boujenane I, Hilal B (2012).** Genetic and non-genetic effects for lactation curve traits in Holstein Friesian cows. *Arch Tierzucht* 55 (5) :450-457.
- Bousselmi K, Djemali M, Bedhiaf S, Hamrouni A (2010).** Facteurs de variation des taux de matière grasse et protéique du lait de vache de race Holstein en Tunisie. 17<sup>ème</sup> journées Rencontre Recherche Ruminant, 8 et 9 décembre 2010 à Paris.
- Capper J L, Cady R A (2012).** A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *J. Dairy Sci.* 95:165–176.
- Çilek S (2009).** Milk yield traits of Holstein cows raised at polatli state farm in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, Volume 8 (1): 6-10.
- Darej C, Moujahed N, Kayouli C (2010).** Effets des systèmes d'alimentation sur les performances des bovins dans les fermes laitières du secteur organisé dans le nord de la Tunisie : 2. Effet sur la reproduction. *Livestock Research for Rural Development.* 22(5).
- Djemali M, Berger P J (1992).** Yield and Reproduction Characteristics of Friesian cattle Under North African Conditions. *J. Dairy Sci.* 75:3568-3575.
- Givlait (2011).** Groupement Interprofessionnel des viandes Rouges et du lait
- Houchati A, Aloulou R, M'Sadak Y (2016).** Caractérisations quantitative et qualitative des performances laitières des troupeaux bovins menés en hors sol dans une zone littorale semi-aride (Tunisie). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 4 (3):78-85.
- Hurtaud C, Agabriel C, Dutreuil M, Rouille B (2010).** Caractérisation de la composition des laits selon les pratiques d'alimentation dans les principales régions laitières françaises. 17<sup>ème</sup> journées Rencontre Recherche Ruminant, 8 et 9 décembre 2010 à Paris.
- ICAR (2015).** International Community of Animal Recording. ICAR Recording Guidelines. Available on: <http://www.icar.org/index.php/publications-technicalmaterials/Recording-guidelines>
- Kamga P, Mbanya J N, Awah N R, Mbohoy Y, Manjeli Y, Nguemdjom A, Kamga Pamela B, Njwe R.M, Bayemi P H, Ndi C, Imele H, Kameni A (2001).** Effet de la saison de vêlage et de quelques paramètres zootechniques sur la production laitière dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun. *Révue elev. Méd. Vét. Pays trop.* 54 (1) : 55-61.
- Khalifa M, Hamrouni A, Ben Gara A (2014).** Effet de la parité, de la saison de vêlage et du secteur de production sur la variabilité de la forme de la courbe de lactation pour la production laitière chez la vache laitière Holstein en Tunisie. 21<sup>ème</sup> journées Rencontre Recherche Ruminants, 3et 4 décembre 2014 à Paris.
- Koivula M, Nousiainen J I, Nousiainen J, Mäntysaari E A (2007).** Use of herd solutions from a random regression test-day model for diagnostic dairy herd management. *J. Dairy Sci.* 90: 2563–2568.
- Leclerc H, Duclos D, Barbat A, Druet T, Ducrocq V (2008).** Environmental effects on lactation curves included in a test-day model genetic evaluation. *Animal*, 2(3) : 344–353.

- Leclerc H, Barbat-Leterrier A, Ducrocq V (2009).** Mise en place d'une évaluation génétique sur les caractères laitiers à partir des performances élémentaires en remplacement des données lactation en race bovine. *Renc. Rech. Ruminants*, 16: 291-294.
- Løvendahl P, Chagunda M G G (2011).** Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *J. Dairy Sci.* 94:5381–5392.
- Mayeres 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.
- M'hamdi N, Bouallegue M, Frouja S, Ressaissi Y, Kaur Brar S, Ben Hamouda M (2012).** Effects of Environmental Factors on Milk Yield, Lactation Length and Dry Period in Tunisian Holstein Cows. *Intech.*, chapitre 8:153-164.
- Missanjo E, Imbayarwo-Chikosi V, Halimani T (2013).** Estimation of Genetic and Phenotypic Parameters for Production Traits and Somatic Cell Count for Jersey Dairy Cattle in Zimbabwe. Hindawi Publishing Corporation. *ISRN Veterinary Science* 1-5.
- Mouffek C, Madani T (2005).** Effet de la saison de vèlage sur la production laitière de la race Montbéliarde sous conditions semi-arides algériennes. *Renc. Rech. Ruminants*.
- Nistor E, Bampidis V, Matiuti M, Penteal M, Pet L, Ciolac V (2011).** Estimates of Phenotypic Parameters for Milk Production Traits in Romanian Black Spotted Breed Dairy Cows. *Animal Science and Biotechnologies*.44 (1): 316-319.
- Prendiville R, Pierce K M, Buckley F (2010).** A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. *Journal of Dairy Science.* 93(6): 2741–2750.
- Rekik B, Ben Gara A, Ben Hamouda M, Hammami H (2003).** Fitting lactation curves of dairy cattle in different types of herds in Tunisia. *Livestock Production Science* 83: 309–315.
- Rekik B, Ben Gara A, Medini N (2006).** Genetic parameters of first lactation curve traits for Holstein-Friesian cows in Tunisia. *American Society of Animal Science* 57: 67-70.
- Rekik B, Bouraoui R, Ben Gara A, Hammami H, Hmissi M, Rouissi H (2009).** Milk production of imported heifers and Tunisian born Holstein Cows. *American Eurasian Journal of Agronomy.* 2(1): 36-42.
- Rushdi H E, Ibrahim M A M, Shaddad N Q, Nigm A A (2014).** Estimation of Genetic parameters for milk production traits in a Herd of Holstein Friesian Cattle in Egypt. *J. Animal and Poultry Prod.*, Vol. 5 (5):267-278.