

L'effet de la stratégie d'alimentation sur la reproduction des vaches laitières varie selon la race et les différentes phases du cycle de reproduction

Erwan Cutullic, Luc Delaby, Yves Gallard, Catherine Disenhaus

► **To cite this version:**

Erwan Cutullic, Luc Delaby, Yves Gallard, Catherine Disenhaus. L'effet de la stratégie d'alimentation sur la reproduction des vaches laitières varie selon la race et les différentes phases du cycle de reproduction. 17èmes Rencontres Recherches Ruminants, Dec 2010, Paris (FR), France. pp.149-152, 2010. <hal-00729550>

HAL Id: hal-00729550

<https://hal-agrocampus-ouest.archives-ouvertes.fr/hal-00729550>

Submitted on 29 Mar 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'effet de la stratégie d'alimentation sur la reproduction des vaches laitières varie selon la race et les différentes phases du cycle de reproduction

CUTULLIC E. (1, 2, 3), DELABY L. (1,2), GALLARD Y. (4), DISENHAUS C. (1,2)

(1) INRA, UMR1080 Production du lait, 35590 St-Gilles, France

(2) Agrocampus-Ouest, UMR1080 Production du Lait, 35000 Rennes, France

(3) Haute Ecole Suisse d'Agronomie, 3052 Zollikofen, Suisse

(4) INRA, UE326 Domaine expérimental du Pin-au-Haras, 61310 Exmes, France

RESUME

L'ensemble des performances de reproduction se sont dégradées au cours des 30 dernières années, et ce dans de nombreux systèmes laitiers. L'objectif de notre étude est d'évaluer la reproduction de vaches laitières conduites en vêlages groupés d'hiver, soumises à deux stratégies d'alimentation, pour les deux races Holstein et Normande. L'étude des étapes successives du processus reproductif (cyclicité, chaleurs, fertilité) a été permise par la combinaison d'un dosage tri-hebdomadaire de la progestérone dans le lait, d'un suivi des chaleurs et de diagnostics de gestation. Sur 3 années, les conséquences d'un niveau d'apport alimentaire Haut ou Bas ont été évaluées sur l'ensemble des étapes. Le lot Haut a reçu une ration complète composée de 55 % d'ensilage de maïs, 15 % de luzerne déshydratée, 30 % de concentré en période hivernale et 4 kg de concentré durant la période de pâturage. Le lot Bas a été nourri sans concentré : 50 % d'ensilage d'herbe et 50 % de mi-fané en hiver, puis de l'herbe pâturée seule. Le lot Bas a produit moins de lait sur 44 semaines mais plus maigri après vêlage que le lot Haut (5207 vs 7457 kg, -1,28 vs -0,96 point d'état d'engraissement, $P < 0,001$). Les Normandes ont produit moins de lait et moins maigri que les Holstein. Le régime alimentaire n'a pas eu d'effet significatif sur la cyclicité, mais des effets notables sur les chaleurs dans les deux races et sur la fertilité en race Holstein. Dans le lot Bas, les ovulations ont été mieux détectées (74 vs 59 %, $P < 0,001$). En race Holstein, suite aux 1ère et 2e inséminations, les non-fécondations ou mortalités embryonnaires précoces ont été bien plus fréquentes dans le lot Bas que dans le lot Haut (52 vs 27 %, $P < 0,001$), mais les mortalités embryonnaires tardives ont été plus fréquentes dans le lot Haut (30 vs 9 %, $P = 0,004$). En fin de campagne, le taux de vaches gestantes n'a donc pas différé entre les deux stratégies alimentaires. Plus de Normandes ont été gestantes en fin de campagne (72 vs 54 %, $P = 0,007$), cette race ayant présenté moins d'anomalies de cyclicité et moins de mortalités embryonnaires tardives. Pour cette seule race, les vaches ont été gestantes plus rapidement dans le lot Bas que dans le lot Haut, du fait d'ovulations mieux détectées. En conclusion, une même stratégie d'alimentation peut avoir des effets bénéfiques à certaines étapes du cycle de reproduction, des effets négatifs à d'autres ; ces effets peuvent être marqués pour une race, sans réel impact pour une autre.

Feeding level effect on dairy cows reproductive performance depends on both breed and reproductive stage

CUTULLIC E. (1, 2, 3), DELABY L. (1,2), GALLARD Y. (4), DISENHAUS C. (1,2)

(1) INRA, UMR1080 Dairy production, 35590 St-Gilles, France

(2) Agrocampus-Ouest, UMR1080 Dairy production, 35000 Rennes, France

(3) Swiss College of Agriculture, 3052 Zollikofen, Switzerland

SUMMARY

Reproductive performance has decreased over the last 30 years in many dairy systems. Our study was aimed at comparing the effects of a High and a Low feeding level on reproductive stages (cyclicity, oestrus, fertility) of Holstein and Normande cows. Both systems were grass-based winter compact calving systems. High-fed cows received a total mixed ration composed of 55 % maize silage, 15 % dehydrated alfalfa and 30 % concentrate in the winter, and 4 kg/d concentrate supply at grazing. Low-fed cows received 50 % grass silage and 50 % haylage in the winter, and no concentrate supply at grazing. Low-fed cows produced less milk over 44 weeks but lost more body condition than High-fed ones (5207 vs. 7457 kg, -1.28 vs. -0.96 unit, $P < 0.001$). Normande cows produced less milk and lost less body condition than Holstein ones. Feeding level had no significant effect on ovarian activity. Ovulations were more frequently detected in Low-fed cows (74 vs. 59 %, $P < 0.001$). In Holstein cows, non-fertilizations or early embryo mortalities occurred more frequently in Low-fed cows (52 vs. 27 %, $P < 0.001$), but late embryo mortalities occurred more frequently in High-fed cows (30 vs. 9 %, $P = 0.004$). By the end of the 13-week breeding period, pregnancy rate was similar between feeding groups but not between breeds. Normande cows had a higher pregnancy rate than Holstein cows (72 vs. 54 %, $P = 0.007$), owing to a better ovarian activity and less late embryo mortalities. For this breed, cows got pregnant earlier in the Low feeding level group, owing to depressed oestrus behaviour in the High one. In conclusion, a same feeding strategy can have favorable effects on some reproductive stages and unfavorable effects on other ones. These effects can be obvious for a breed and without real impact for another one.

INTRODUCTION

Dans les régions françaises bénéficiant de précipitations abondantes et régulières sur l'année, les systèmes laitiers herbagers à faibles intrants et en vêlages groupés de fin

d'hiver sont une option intéressante pour réduire les coûts de production et les impacts environnementaux. Dans ces systèmes, de bonnes performances de reproduction sont impératives. Contrairement à l'idée communément admise, une stratégie alimentaire restrictive ne pénalise pas

nécessairement la fertilité à l'insémination (Delaby *et al.*, 2009) et peut même améliorer la détection des chaleurs (Cutullic *et al.*, 2006). L'objectif de notre étude est de comparer les effets de deux systèmes herbagers à haut ou bas niveau d'apport nutritif sur l'ensemble des étapes de la reproduction (cyclicité, chaleurs, fertilité), pour les deux races Holstein et Normande. Au vu de nos précédents travaux, nous avons comme hypothèses i) que les effets du système peuvent être différents aux différentes étapes du processus reproductif et ii) qu'ils sont modulés selon la race.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Depuis 2006, une expérimentation race x système est menée sur le domaine expérimental INRA du Pin-au-Haras (61). Elle implique chaque année 36 vaches de race Holstein et 36 de race Normande, réparties dans deux systèmes herbagers avec vêlages groupés en hiver (**Figure 1**). Les vaches restent dans leur système d'affectation jusqu'à la réforme (non gestante ou problème de santé). Le système alimentaire Haut autorise un niveau de production laitière élevé tout en limitant la perte d'état corporel après le vêlage. Le système Bas, sans apport de concentré, limite le niveau de production et induit une forte mobilisation des réserves corporelles. La présente étude concerne les années 2006, 2007 et 2008 (203 lactations, dont 77 premières lactations).

1.2. PARAMETRES ZOOTECHNIQUES ETUDIES

1.2.1. Paramètres classiques

Les paramètres zootechniques classiques, production et composition du lait, note mensuelle d'état d'engraissement (échelle 0-5), les événements de reproduction (chaleurs, IA) et de santé ont été enregistrés. Durant la période de reproduction et le mois qui précède, la surveillance des chaleurs a été effectuée 5 fois par jour, lors de périodes de calme du troupeau. Les signes de chaleurs ont été consignés sur une fiche standardisée issue des travaux de Kerbrat et Disenhaus (2004), reprenant les i) comportements spécifiques, i.e. acceptation du chevauchement (**AC**) ou chevauchement par l'avant, ii) autres signes sexuels, i.e. chevauchement ou tentative, flairage, cajolements, poser du menton sur la croupe, iii) signes généraux, i.e. agitation, chute de lait. La surveillance visuelle a été complétée par l'utilisation de détecteurs de chevauchement (Kamar). Pour les analyses statistiques, les chaleurs ont été classées en détection sur AC (signes spécifiques) ou non.

1.2.2. Paramètres déduits des profils de progestérone

La cyclicité des vaches est déterminée par dosage de la progestérone (**P₄**) dans le lait, trois fois par semaine, du vêlage à l'établissement de la gestation ou le cas échéant jusqu'à fin juillet. Les profils de cyclicité ont été analysés selon la méthodologie décrite par Disenhaus *et al.* (2008). Le délai de reprise de cyclicité après vêlage a été déterminé et les profils ont été classés en cinq catégories : Normal, Phase lutéale prolongée (**PLP** ; corps jaune persistant plus de 25 jours), Retard (reprise de cyclicité > 50 j après vêlage), Interruption (absence de corps jaune > 12 j), Irrégulier (activité désordonnée sans les anomalies précitées).

La confrontation des dates possibles d'ovulation aux dates de chaleurs observées ont permis de calculer un taux de détection des ovulations et de repérer les « fausses chaleurs » (hors période ovulatoire). La combinaison des profils de progestérone et des échographies a permis de classer le résultat aux inséminations en quatre catégories selon la méthodologie de Humblot (2001) : Non-fécondation ou Mortalité embryonnaire précoce (**MEP** ; retour à une concentration en P₄ faible avant 25 j après IA), Mortalité embryonnaire tardive (**MET** ; P₄ élevée à 25 j après IA, faible avant 50 j), Mortalité fœtale (**MF**) ou Avortement (échographie positive à 35 j et, échographie positive à 70 j ou P₄ élevée à 50 j après IA), Vêlage. Le risque de confusion entre MET et PLP est possible mais limité, les PLP survenant majoritairement en 1^{ère} ou 2^e ovulation. Les IA réalisées sur fausses chaleurs ont été exclues, afin de ne pas biaiser l'évaluation de la fertilité par des caractéristiques inhérentes à l'expression des chaleurs. Les résultats présentés sont les résultats groupés de 1^{ère} et 2^e IA.

1.3. ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses ont été réalisées avec le logiciel R (R Development Core Team, 2009). Les variables de production, de note d'état corporel et le délai de reprise de cyclicité ont été analysées par analyse de variance-covariance (procédure lm) en incluant la race, le système, la parité (1^{ère}, 2^e, ≥ 3^e lactation), l'année, les interactions d'ordre 1 avec le système, les interactions race x parité et race x parité x système, ainsi que l'index génétique de production laitière pour les variables de production. Les effets de variables qualitatives sur les variables qualitatives de reproduction ont été analysés par des tests de Fisher ou du Khi2. Ces analyses ont été complétées par des régressions logistiques (procédures glm et multinom), en partant du modèle complet précédemment décrit et en le simplifiant pas à pas selon le critère d'Akaike (procédures step et stepAIC). En vue de leur effet potentiel, 5 variables additionnelles ont été testées, pour la cyclicité (occurrence d'un problème génital au vêlage : non délivrance, métrite sévère, infection vaginale), pour la probabilité de détection de l'ovulation (accès à la pâture, présence d'une autre vache en chaleurs) et pour les résultats à l'insémination (IA < 50 jours après vêlage).

2. RESULTATS

2.1. DÉCOUPLAGE ENTRE NIVEAU DE PRODUCTION ET ETAT DES RESERVES CORPORELLES

Les vaches du lot Haut ont produit 2250 kg de lait de plus que les vaches du lot Bas sur 44 semaines ($P < 0,001$), mais perdu 0,32 point d'état de moins du vêlage au minimum d'état corporel ($P < 0,001$; **Tableau 1**). C'est donc le lot de vaches qui a produit le plus qui a maigri le moins, et ce pour les deux races Holstein et Normande. Les écarts de production laitière entre les deux niveaux d'alimentation ont été plus prononcés en race Holstein que Normande ($\Delta \approx 2700$ vs 1800 kg, $P = 0,003$). Les Normandes ont à la fois produit moins de lait et perdu moins d'état. Les problèmes génitaux au vêlage sont aussi moins fréquents en race Normande qu'en race Holstein (13 vs 28 %, $P = 0,019$). Sur ce point les lots Haut et Bas sont comparables ($P = 0,70$).

Figure 1 Calendrier annuel de l'expérimentation comparant deux systèmes à haut ou bas niveau d'apport alimentaire en races Holstein et Normande. EM, L, C, EH, MF, EH* : ensilage de maïs, bouchons de luzerne déshydratée, concentré, ensilage d'herbe, ensilage d'herbe mi-fané, ensilage d'herbe en phase de tarissement. Période hachurée : supplémentation possible (EM ou EH selon le lot) si l'offre en herbe est insuffisante.

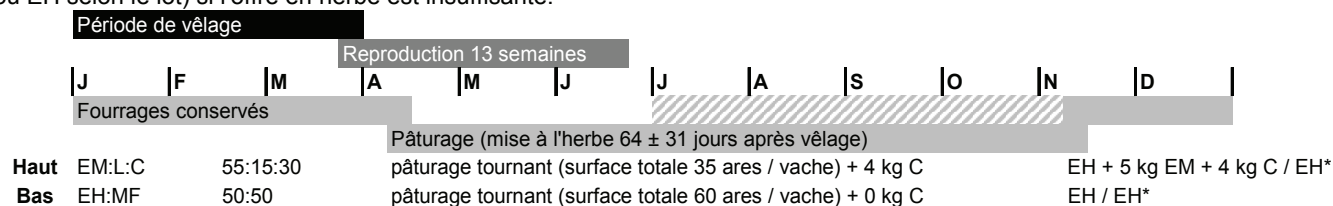


Tableau 1 Production laitière et note d'état corporel des deux races (R) pour les deux systèmes alimentaires (S)

	Holstein		Normande		P effet		
	Haut	Bas	Haut	Bas	R	S	RxS
Nb lactations	50	48	51	54	-	-	-
PL totale 44s (kg)	8411 ^d	5725 ^b	6503 ^c	4689 ^a	***	***	***
PL au pic (kg/j)	41,5 ^d	29,3 ^b	32,1 ^c	23,6 ^a	***	***	**
Etat au vêlage	2,98 ^a	2,96 ^a	3,50 ^c	3,18 ^b	***	*	*
Perte d'état max	-1,17 ^b	-1,55 ^a	-0,75 ^c	-1,02 ^b	***	***	0,20

*** / ** / * / + P < 0,001 / 0,01 / 0,05 / 0,10

a, b, c, d les valeurs sans lettre commune diffèrent à P < 0,05

2.2. LE NIVEAU D'ALIMENTATION N'A PAS EU D'INFLUENCE SUR LA CYCLICITE APRES VÊLAGE

Quelque soit la race, aucun effet significatif du niveau alimentaire n'a été mis en évidence sur les paramètres de la cyclicité (P > 0,12). En revanche, la race a eu un effet majeur : les vaches Normande ont présenté une reprise de cyclicité plus rapide et globalement moins d'anomalies de cyclicité, à savoir moins de PLP et de retards de reprise de cyclicité (Tableau 2). Sur ce dernier point, 6 reprises très tardives sont à mentionner en race Holstein (> 100 j après vêlage), alors que la totalité des vaches Normande ont repris leur cyclicité dès 73 j après vêlage. L'occurrence d'un problème génital sévère au vêlage a retardé de 10 j la reprise de cyclicité en race Holstein (P = 0,004) et augmenté la proportion de profils anormaux de 50 % en race Normande (64 vs 14 % ; P < 0,001).

Tableau 2 Délai de reprise de cyclicité et proportion de profils normaux et anormaux pour les deux races

	Holstein	Normande	P
Nb profils	98	105	-
Délai de reprise de cyclicité ¹ (j)	33,5	27,0	**
% Normal	54	79	***
% Phase Lutéale Prolongée	23	7	***
% Retard	19	8	*
% Interruption	6	5	0,67
% Irrégulier	1	3	0,62

*** / ** / * / + P < 0,001 / 0,01 / 0,05 / 0,10

¹ Variable log_e-transformée dans les analyses statistiques

2.3. LES OVULATIONS ONT ETE MIEUX DETECTEES DANS LE LOT BAS

Dans le lot Bas, le taux de détection des ovulations de rang ≥ 2 a été supérieur de +15 % par rapport au lot Haut (P < 0,001) et l'AC a été observée plus souvent lors des chaleurs (+12 %, P = 0,022 ; Tableau 3). Dans les régressions logistiques utilisées pour la prédiction de ces deux variables (détection et signe), la présence d'une autre vache en chaleurs apparaît à chaque fois comme le premier facteur de variation (P ≤ 0,001), suivi du niveau d'alimentation.

Indépendamment du lot, les premières ovulations ont été peu détectées (13 %) et le taux de faux-positif acceptable (10 %).

Tableau 3 Taux de détection des ovulations et fréquence des détections sur AC pour les deux systèmes alimentaires

	Haut	Bas	P
Nb ovulations	303	284	-
Taux de détection des ovulations	59 %	74 %	***
Nb chaleurs décrites	162	201	-
Taux d'acceptation du chevauchement	55 %	67 %	*

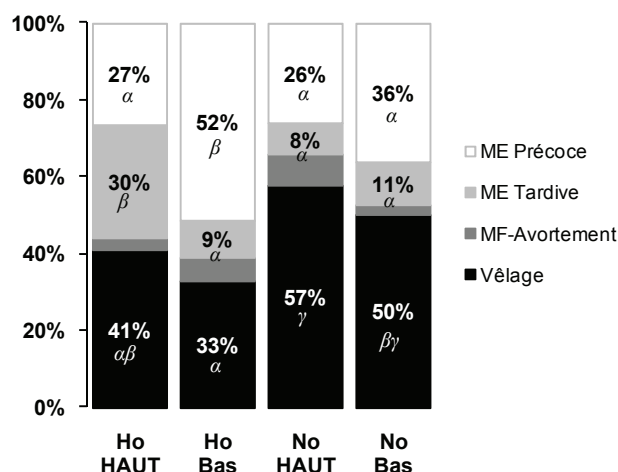
*** / ** / * / + P < 0,001 / 0,01 / 0,05 / 0,10

2.4. EN RACE HOLSTEIN, LES MORTALITES EMBRYONNAIRES PRECOCES DANS LE LOT BAS ET TARDIVES DANS LE LOT HAUT S'EQUILIBRENT

La réussite aux IA 1 ou 2, jugée par le vêlage, n'a pas différé entre le lot Bas et le lot Haut (42 vs 49 % ; P = 0,27). Pourtant, en race Holstein, le taux de MEP a été supérieur de 25 % dans le lot Bas (P = 0,004). Mais, le taux de MET du lot

Haut a été supérieur de 21 % à celui du lot Bas (P = 0,004), conduisant à un même taux de vêlage (Figure 2). En race Normande, aucune différence entre traitements alimentaires n'a été significative (P > 0,20). La meilleure fertilité de cette race s'explique principalement par moins de MEP dans le lot Bas et moins de MET dans le lot Haut (Figure 2). Dans l'analyse par régressions logistiques, seuls les effets de la race et d'une insémination précoce (plus de MEP si avant 50 j après vêlage) se sont avérés significatifs.

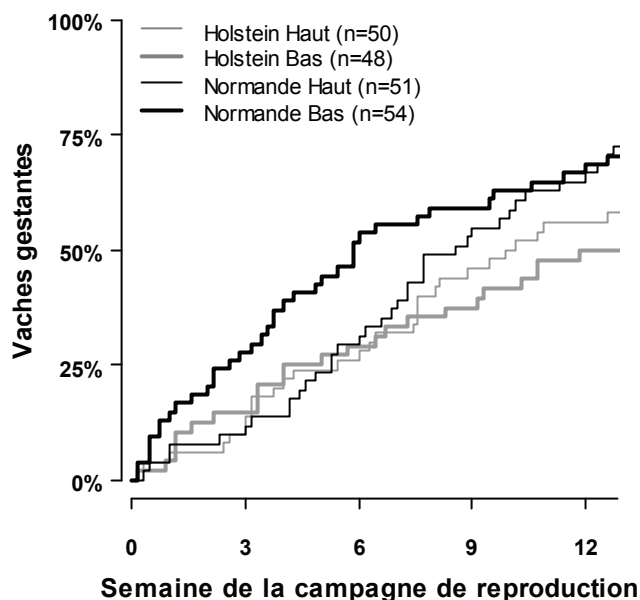
Figure 2 Proportions de mortalité embryonnaire précoce, tardive, mortalité fœtale ou avortement, et vêlage suite aux IA de rangs 1 + 2 (n = 64, 64, 61, 74). Intra-modalité, les % sans lettre commune tendent à être différents (P < 0,10).



2.5. LE NIVEAU D'ALIMENTATION N'A PAS INFLUENCE LE TAUX DE GESTATION FINAL, MAIS LES NORMANDES DU LOT BAS ONT ETE GESTANTES PLUS TÔT

Le taux de gestation final, après 13 semaines de campagne de reproduction, n'a été influencé que par la race : 72 % en Normande contre 54 % en Holstein (P = 0,007). Cependant, le niveau d'alimentation a significativement influencé la proportion de vaches Normandes gestantes sur le début de campagne : 54 % de vaches gestantes en 6 semaines dans le lot Bas contre 31 % dans le lot Haut (P = 0,021 ; Figure 3).

Figure 3 Proportion cumulée de vaches gestantes au cours de la campagne de reproduction pour les deux systèmes dans les deux races



3. DISCUSSION

3.1. UNE MÊME STRATEGIE D'ALIMENTATION PEUT AMELIORER LA REPRODUCTION A UNE ETAPE DU CYCLE ET LA DEGRADER A D'AUTRES

Les vaches du lot Bas ont maigri plus et sont plus maigres à la mise à la reproduction que celles du lot Haut. Au vu des effets connus de l'amaigrissement et des états d'engraissement sur la reproduction (Friggens *et al.*, 2010), des performances dégradées étaient attendues dans ce lot. Ce lot alimenté de manière restrictive a pourtant obtenu un taux de gestation final équivalent au lot alimenté libéralement. Ce résultat est conforme à de nombreuses expérimentations comparant différents niveaux d'alimentation dans des systèmes herbagers en vêlages groupés (Horan *et al.*, 2004 ; Pedernera *et al.*, 2008 ; Coleman *et al.*, 2009 ; Delaby *et al.*, 2009). Mais aucune de ces études n'a généré de tels écarts de production ($\Delta = 2250$ kg sur 44 semaines) et d'état corporel ($\Delta = 0,32$ point du vêlage au minimum d'état). D'un côté, les vaches du lot Bas ont pu souffrir d'un état plus maigre et/ou d'un amaigrissement plus important que celles du lot Haut ; d'un autre côté, elles ont pu bénéficier d'un niveau de production plus faible.

Cette performance finale équivalente s'explique par des **compensations entre étapes**. Si la cyclicité n'est pas apparue comme sensible au niveau d'alimentation, les comportements de chaleurs et les étapes tardives du développement de l'embryon sont apparus pénalisés pour le niveau d'alimentation élevé, et à l'inverse les premières étapes du développement de l'embryon ou la fécondation ont été dégradées pour le niveau d'alimentation restreint.

3.2. DES EFFETS ATTRIBUABLES AU NIVEAU DE PRODUCTION OU A L'ETAT D'ENGRASSEMENT ?

La **cyclicité** est considérée comme pilotée par la dynamique des réserves corporelles de l'animal. Toutefois, l'absence de modulation de la cyclicité par l'alimentation *post-partum* est en accord avec plusieurs essais récents (Burke et Roche, 2007 ; Pedernera *et al.*, 2008 ; Windig *et al.*, 2008). Elle pourrait s'expliquer par la réponse aux apports énergétiques en début de lactation : le lait augmente et le bilan énergétique n'est que peu amélioré. Nos résultats restent à confirmer chez les primipares, en général plus sensibles.

Les ovulations ont été détectées plus fréquemment et sur des comportements de **chaleurs** plus nets dans le lot Bas que dans le lot Haut, en conformité avec nos précédents travaux (Cutullic *et al.*, 2006). L'effet négatif du niveau de production sur l'expression des chaleurs observé dans des études descriptives (Lopez *et al.*, 2004), ne peut pas être attribué à l'amaigrissement dans notre étude. En effet, le groupe qui a produit le plus (Haut) a maigri le moins. Nos résultats plaident donc en la faveur d'un effet propre à la production laitière. Cet effet doit être raisonné intra-race, sachant que les Normandes ont produit moins que les Holstein sans présenter un meilleur taux de détection des ovulations.

Les taux de revêlage aux inséminations n'ont pas différé entre lots. De nombreuses études soulignent cette absence d'amélioration de la **fertilité** avec l'augmentation du niveau d'alimentation (Horan *et al.*, 2004 ; Pedernera *et al.*, 2008 ; Delaby *et al.*, 2009). En race Holstein, elle résulte d'un équilibre entre mortalité embryonnaire précoce et tardive. Nos résultats suggèrent que la fécondation ou les premières étapes du développement embryonnaire sont principalement pilotées par l'état corporel et sa dynamique, probablement pour partie en influençant la qualité des ovocytes (Humblot *et al.*, 2009). Les étapes tardives seraient avant tout contrôlées par la production laitière (Grimard *et al.*, 2006).

3.3. QUELLE VACHE POUR QUEL SYSTEME ?

Comme attendu, les vaches de race Normande ont présenté de meilleures performances de reproduction. Ce résultat s'explique par une activité ovarienne plus régulière et une meilleure fertilité. Nos résultats confirment la spécificité à la

race Holstein d'une forte fréquence des phases lutéales prolongées (Disenhaus *et al.*, 2008) et des mortalités embryonnaires tardives (Michel *et al.*, 2003). Les vaches de race Normande ont été gestantes plus tôt dans le lot Bas que dans le lot Haut, du fait d'un meilleur taux de détection des ovulations. Dans les systèmes en vêlages groupés, ce critère de précocité est d'importance, car au fil des années il conditionne la répartition des vêlages. Cette répartition influence l'intervalle entre le vêlage et le début de la campagne de reproduction, laissant plus de temps aux vaches gestantes tôt pour reprendre une cyclicité régulière, exprimer des chaleurs et être de nouveau gestante. Sur le plan de la reproduction, si la race Holstein ne présente pas d'adéquation particulière avec un système d'alimentation, dans notre contexte de vêlages groupés, la race Normande semble elle plus adaptée au système restrictif. Une sélection des animaux les plus adaptés s'impose tout de même pour atteindre les objectifs fixés pour ce type de système en Nouvelle-Zélande (78 et 94 % de vaches gestantes en 6 et 12 semaines ; The InCalf Book, 2007).

CONCLUSION

Un même niveau d'alimentation peut avoir des effets à la fois positifs et négatifs selon l'étape du processus reproductif considérée. Ce résultat doit être pris en compte pour l'optimisation de la performance finale de reproduction, à définir en fonction des objectifs du système (Disenhaus *et al.*, 2005). La race module également ces effets. Les interactions race x système, connues pour la production, doivent donc aussi être envisagées pour la reproduction.

Nous remercions l'équipe du Pin-au-Haras et particulièrement Yves Carbonnier, Loïc Leloup, René Dernaucourt, Nicolas Desramé, Guillaume Michel, Ségolène Leurent et Marion Pavec pour le temps passé à prélever, à observer les animaux et à enregistrer les données. Jacques Portanguen et Clara Lambard sont aussi remerciés pour leur large implication dans les dosages de progestérone. Ce travail a bénéficié du soutien financier de la région Basse-Normandie.

Burke, C.R., Roche, J.R., 2007. J. Dairy Sci., 90, 4304-4312
Coleman, J., Pierce, K.M., Berry, D.P., Brennan, A., Horan, B., 2009. J. Dairy Sci., 92, 5258-5269
Cutullic, E., Delaby, L., Causeur, D., Disenhaus, C., 2006. Renc. Rech. Rum., 13, 269-272
Delaby, L., Faverdin, P., Michel, G., Disenhaus, C., Peyraud, J.L., 2009. Animal, 3, 891-905
Disenhaus, C., Grimard, B., Trou, G., Delaby, L., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 125-136
Disenhaus, C., et al., 2008. Renc. Rech. Rum., 13, 383-386
Friggens, N.C., Disenhaus, C., Petit, C., 2010. Animal, 4, 1197-1213
Grimard, B., Fréret, S., Chevallier, A., Pinto, A., Ponsart, C., Humblot, P., 2006. Anim. Reprod. Sci., 91, 31-44
Horan, B., Mee, J.F., Rath, M., O'Connor, P., Dillon, P., 2004. Anim. Sci., 79, 453-467
Humblot, P., 2001. Theriogenology, 56, 1417-1433
Humblot, P., Fréret, S., Ponsart, C., 2009. CETA-AETA Joint Convention, pp. 17-32, Montréal, Canada
Kerbrat, S., Disenhaus, C., 2004. Appl. Anim. Behav. Sci., 87: 223-238
Lopez, H., Satter, L.D., Wiltbank, M.C., 2004. Anim. Reprod. Sci., 81, 209-223
Michel, A., Ponsart, C., Fréret, S., Humblot, P., 2003. Renc. Rech. Rum., 10, 131-134
Pedernera, M., Garcia, S.C., Horagadoga, A., Barchia, I., Fulkerson, W.J., 2008. J. Dairy Sci., 91, 3896-3907
The InCalf Book for NZ dairy farmers, 2007. Burke, C., Blackwell, M., Little, S., DairyNZ, Hamilton, New Zealand.
Windig, J.J., Beerda, B., Veerkamp, R.F., 2008. J. Dairy Sci., 91, 2874-288