

Les vaches capables de limiter leur production laitière et leur amaigrissement lors d'une restriction alimentaire sont celles qui se reproduisent le mieux

BEDERE N. (1), DELABY L. (1), LEURENT-COLETTE S. (2), DISENHAUS C. (1)

(1) INRA, AGROCAMPUS OUEST, UMR1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France

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

RESUME

Afin d'étudier les performances de reproduction des vaches laitières Holstein et Normande conduites en vêlages groupés (3 mois), deux systèmes herbagers caractérisés par des apports nutritifs contrastés (Haut et Bas), ont été mis en place depuis 2006 sur le domaine expérimental INRA du Pin-au-Haras. Le système Haut permet aux vaches de produire plus de lait et de limiter leur amaigrissement, tandis que le système Bas bride la production laitière et induit un plus fort amaigrissement au cours de la lactation (Haut vs Bas : + 2 131 kg de lait chez les Holstein, + 1 132 kg de lait chez les Normande et + 0,5 point d'état au nadir pour les 2 races). L'étude des différentes étapes de la reproduction est rendue possible grâce à la combinaison du dosage trihebdomadaire de la progestérone du lait, d'un suivi soutenu de l'expression des chaleurs et de diagnostics de gestation par échographie. Le système alimentaire n'a pas eu d'effet sur la cyclicité des vaches laitières. Les vaches Normande sont cyclées plus tôt (- 6 j) et présentent plus de profils de cyclicité normaux que les Holstein. Les chaleurs sont plus intenses dans le système Bas (+ 10 points d'acceptation du chevauchement). Chez les vaches de race Holstein, les problèmes de fertilité diffèrent d'un système à l'autre : les vaches du système Bas subissent plus de non-fécondations / mortalités embryonnaires précoces à l'IA (+ 15 points) alors que celles du système Haut subissent plus de mortalités embryonnaires tardives (+ 7 points). Quel que soit la race et le système d'élevage, les vaches qui revèlent se caractérisent par une durée de la saison de reproduction plus longue (+ 8 j), moins de problèmes au vêlage (- 10 points), et plus de profils de cyclicité normaux (+ 15 points) que les vaches non-gestantes. Le taux de revêlage est plus élevé chez les vaches Normande (+ 16 points), et tend à être plus élevé dans le système Haut (+ 7 points) pour chaque race. Pour conclure, les vaches Normande présentent de meilleures performances de reproduction que les Holstein, quel que soit le système car leur stratégie d'adaptation consiste à limiter leur perte d'état corporel et produire moins de lait en cas d'apports nutritifs insuffisants, ce qui préserve les différentes étapes de la reproduction.

Cows capable of limiting their milk yield and body reserve losses during feed restriction are those more capable of ensuring reproduction

BEDERE N. (1), DELABY L. (1), LEURENT-COLETTE S. (2), DISENHAUS C. (1)

(1) INRA, AGROCAMPUS OUEST, UMR1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France

SUMMARY

In order to study reproductive performances of Holstein and Normandy cows managed under a compact calving system (three months), two contrasted grazing feeding systems have been used since 2006 in a trial at the INRA experimental farm of Le Pin-au-Haras (France). The High system enables cows to produce more milk while limiting their body condition loss whereas the Low system limits milk yield while inducing a great body condition loss throughout lactation (High vs Low: + 2 131 kg milk yield for Holstein, + 1 132 kg milk yield for Normandy and + 0.5 body condition score in both breeds). It was possible to study the different steps of the reproductive process by combining milk progesterone information (sampled three times a week) with intensive estrus behavior recording and pregnancy diagnosis (using ultrasonography). Cyclicity of dairy cows was not affected by the feeding system. Normandy cows resumed ovarian activity earlier (- 6 d) and showed a higher proportion of normal cyclicity patterns than Holstein cows. Estruses were more intense in the Low system than in the High one (+ 10 points standing to be mounted). For Holstein cows, fertility problems were different in each system: in the Low system a greater proportion of inseminations were not-fertilizing or resulted in early embryo mortality (+ 15 points) whereas in the High system a greater proportion of inseminations resulted in late embryo mortality (+ 7 points). Within breed and feeding system, cows that successfully conceived had a longer breeding period (+ 8 d), less problems at calving (- 10 points), and a higher proportion of normal cyclicity patterns (+ 15 points) than non-pregnant cows. Finally, Normandy had a higher re-calving rate than Holstein (+ 16 points), and the High feeding system tended to be positively associated with re-calving rate (+ 7 points). To conclude, Normandy have better reproductive performances than Holstein because their adaptive strategy is to limit body condition losses and milk yield when nutrient supply is restricted. This is preserving the different steps of the reproductive process.

INTRODUCTION

Dans les régions favorables à la pousse de l'herbe, les systèmes herbagers basés sur des vêlages groupés de fin d'hiver représentent une option intéressante pour l'élevage laitier, dans un contexte de réduction des coûts de production et des impacts environnementaux. Dans ces systèmes, l'obtention de vêlages groupés en hiver est une priorité et de bonnes aptitudes de reproduction des animaux sont nécessaires. Si les systèmes alimentaires à bas intrants ne

pénalisent pas inéluctablement les performances de reproduction des vaches laitières, certaines étapes sont sensibles à la stratégie alimentaire alors que d'autres dépendent davantage de la génétique (Delaby et al., 2009, Disenhaus et al. 2009, Cutullic et al., 2011). L'objectif de cet article est d'analyser les performances de reproduction (cyclicité, chaleurs et fertilité) des vaches de 2 races (Holstein et Normande) affectées à 2 systèmes herbagers à forts et faibles apports nutritifs. Les hypothèses préalables à cette étude sont i) la réussite de certaines étapes de la reproduction dépend de la race ; ii) par leur influence sur la production

laitière et les réserves corporelles, les stratégies alimentaires affectent la reproduction des vaches laitières.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Depuis 2006, deux troupeaux de 30 à 35 vaches (par an) Holstein et Normande sont affectés à deux systèmes herbagers contrastés (**Figure 1**). Le système alimentaire **Haut** permet un niveau de production laitière élevé et une perte d'état corporel modérée. Le système **Bas**, sans apport de concentré, limite la production laitière et provoque une forte mobilisation des réserves corporelles des animaux. Les vaches restent affectées au système jusqu'à leur réforme (due à un échec de reproduction ou un problème sanitaire). Cette étude repose sur les données issues de 516 lactations, dont 211 premières lactations, durant les 9 années expérimentales réalisées.

1.2. DONNEES COLLECTEES

1.2.1. Production laitière

Les vaches ont été traitées 2 fois par jour, leur production laitière a été enregistrée à chaque traite et les taux butyreux et protéique du lait ont été mesurés 3 j par semaine lors des 2 traites. L'état corporel a été noté chaque mois.

1.2.2. Paramètres métaboliques

Des prises de sang à 20 et 60 j de lactation ont été réalisées afin de doser des paramètres métaboliques tels que la glycémie, la concentration plasmatique en Acides Gras Non Estérifiés (**AGNE**) et l'urémie par colorimétrie enzymatique (Kone Instruments Corporation, Espoo, Finlande).

1.2.3. Suivi de la reproduction

Le troupeau est conduit en vêlages groupés sur 3 mois (Janvier-Mars), et donc une saison de reproduction de 13 semaines d'Avril à Juin. A partir du mois de Mars les comportements de chaleurs sont observés 5 fois par jour et de la peinture disposée sur la croupe des animaux a été utilisée comme aide à la détection des chaleurs. Les comportements sont enregistrés tels que définis dans les travaux de Kerbrat et Disenhaus (2004) : les comportements spécifiques (acceptation du chevauchement et chevauchement par l'avant, **AC**), les autres signes sexuels (chevauchement et est chevauchée par l'avant, **Chev.**) ou des signes généraux (pose de menton sur la croupe, reniflement, cajoleries, agitation, glaires filantes à la vulve, meuglement, chute de lait et peinture retirée, **signes Gx.**). A partir de 42 j *post partum* les vaches peuvent être inséminées sur chaleurs spontanées. Des échographies à 35 et 70 j après insémination (**IA**) ont permis un suivi de la gestation.

1.2.4. Paramètres de reproduction déduits des profils de progestérone

Trois fois par semaine du vêlage jusqu'à l'établissement de la gestation ou la fin de la période de reproduction, des échantillons de lait sont prélevés pour déterminer leur concentration en progestérone (**P4**) par kit ELISA (Ridgeway

Science Ltd., Lydney, Angleterre). La concentration en P4 du lait reflète l'activité ovarienne : en présence de corps jaune, elle est élevée, sinon elle est faible. Afin d'identifier ces phases sur les profils d'activité ovarienne des seuils sont établis : un premier permet de déterminer le niveau de concentration basal de P4 du lait ; un second seuil permet ensuite de distinguer des concentrations de P4 intermédiaires, induites par la présence d'un corps jaune. Le seuil 1 est calculé de façon à ce que 95 % des concentrations en P4 le jour de l'ovulation se situent en dessous du seuil. Le seuil 2 est calculé de façon à ce que le premier quartile des concentrations en P4 du lait supérieures au premier seuil soit intermédiaire (Cutullic et al., 2011). La durée de l'inactivité ovarienne (anovulation) *post partum* est estimée par l'intervalle entre le vêlage et le premier pic de P4. La cyclicité des vaches est ensuite qualifiée de normale (**N**), retardée (**R** - si la concentration en P4 est inférieure au seuil 1 plus de 60 j chez les primipares et 50 j pour les multipares), présentant au moins une phase lutéale prolongée (**PLP** - si la concentration en P4 est supérieure au seuil 2 plus de 25 j), présentant une interruption de cyclicité (**I** - si la concentration en P4 est inférieure au seuil 1 plus de 10 j entre 2 cycles), et désordonnée (**Z**). Les données de progestérone permettent aussi de valider les chaleurs observées en distinguant les « vraies » chaleurs (en phase ovulatoire) des « fausses » chaleurs (en phase lutéale). Les IA réalisées en phase lutéale ont été exclues des analyses. En combinant les informations des diagnostics de gestation par échographie et les profils de progestérone, les résultats des IA sont classés selon la méthodologie de Humblot (2001) : non-fécondation ou mortalité embryonnaire précoce (**NF/MEP**) ; mortalité embryonnaire tardive (**MET**) ; mortalité fœtale (**MF**) ; **avortement** ou **vêlage** (**Tableau 1**). Le taux de revêlage est calculé comme le nombre de vaches qui revèlent sur le nombre de vaches mises à la reproduction.

Tableau 1 : Règles d'affectation des résultats d'IA en NF/MEP, MET, MF, avortement et vêlage selon le dosage de P4 et les résultats d'échographie (négative : **N.** / positive : **P.**).

Résultat	[P4] élevée	Échographie	Autre
NF/MEP	< 25 j		
MET	≥ 25 j & < 50 j	N. ou P. à 35 j	
MF	≥ 50 j	P. à 35 j & N. à 70 j	
Avortement	≥ 50 j	P. à 35 j & à 70 j	(avorton)
Vêlage	≥ 50 j	P. à 35 j & à 70 j	veau

1.3. ANALYSES STATISTIQUES

Les variables continues (production laitière et taux, état corporel et durée de l'inactivité ovarienne) ont été étudiées par modèles mixtes en incluant la race, le système d'élevage et leur interaction comme facteurs fixes ; l'année, la parité (1, 2, 3 et plus) et la vache en facteurs aléatoires (procédure Imer de R ; R Core Team, 2015). Les effets de ces facteurs sur le type de profil de progestérone ont été analysés par des tests de Chi2. Les variables dichotomiques (détection des chaleurs et résultats des IA) ont été étudiées par modèles linéaires généralisés mixtes en incluant les mêmes facteurs fixes et aléatoires que pour les analyses précédentes.

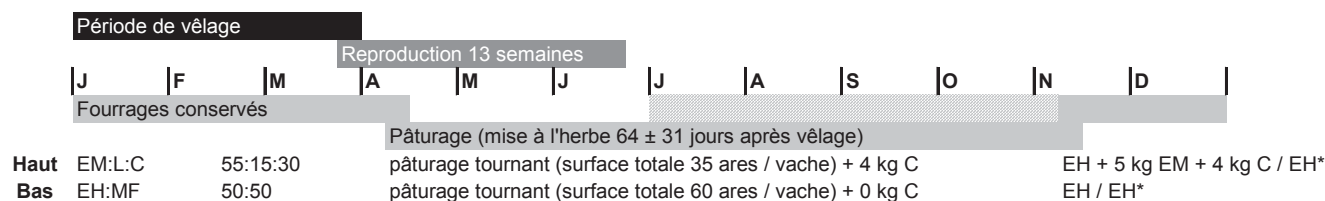


Figure 1 : Calendrier annuel de l'expérimentation comparant deux systèmes à haut ou bas niveau d'apports alimentaires en races Holstein et Normande. * : ensilage de maïs (EM), bouchons de luzerne déshydratée (L), concentré (C), ensilage d'herbe (EH), ensilage d'herbe mi-fané (MF), ensilage d'herbe (EH)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

Compte tenu de leur effet, certaines variables supplémentaires ont été ajoutées aux modèles initiaux : l'âge au vêlage, l'index génétique de niveau de production laitière, la présence de problèmes au vêlage (non-délivrance, métrite sévère et vaginite, césarienne, retournement de matrice), la présence d'une congénère en chaleurs et le régime alimentaire à 60 j *post partum* (hivernal/pâturage). Ces modèles initiaux ont fait l'objet d'une sélection pas-à-pas pour déterminer les modèles finaux simplifiés ne contenant que les variables ayant une probabilité d'effet inférieure à 0,10. Afin de caractériser ce qui distingue les vaches gestantes des non-gestantes, l'effet du facteur « gestante » (oui/non) a été ajouté aux modèles finaux. Deux niveaux d'approche sont utilisés dans cette étude : le premier à l'échelle de l'animal, 516 lactations sont analysées ; le second à l'échelle de l'évènement ovulatoire, 1464 ovulations dont 769 suivies d'IA sont analysées.

2. RESULTATS

2.1. ENTRE SYSTEMES, LES VACHES QUI PRODUISENT LE PLUS MAIGRISSENT LE MOINS

Les vaches Holstein ont produit plus de lait, avec des taux plus faibles que les Normande. Elles ont aussi un état corporel inférieur à celui des Normande tout au long de la lactation (**Tableau 1**). Cette relation classiquement observée entre la production laitière et l'état corporel est en partie découplée par les systèmes alimentaires. Les vaches du système Haut ont produit plus de lait que celles du système Bas (+ 2 131 kg pour les Holstein et + 1 132 kg pour les Normande) mais ont perdu moins d'état au cours de la lactation (+ 0,5 point à l'état au nadir pour les 2 races).

Tableau 1 : Production laitière (PL - kg/j), taux butyreux et protéique (TB & TP - g/kg) et état corporel (NEC) en fonction de la race (R), du système (S) et de leur interaction (R×S)

	Holstein		Normande		Valeurs P ¹		
	Haut	Bas	Haut	Bas	R	S	R×S
Nb lactations	113	117	141	146			
PL 14 sem	35,8 ^d	24,7 ^b	27,0 ^c	19,9 ^a	***	***	***
PL 44 sem	8 277 ^d	6 146 ^c	5 847 ^b	4 715 ^a	***	***	***
TB 14 sem	37,9 ^a	38,3 ^{ab}	38,9 ^{bc}	39,3 ^c	*	0,18	0,87
TP 14 sem	30,6 ^b	28,0 ^a	33,0 ^c	30,5 ^b	***	***	0,78
NEC vêlage	3,1 ^{ab}	3,0 ^a	3,6 ^c	3,2 ^b	***	0,28	**
NEC nadir	2,0 ^b	1,5 ^a	2,9 ^d	2,3 ^c	***	***	0,12
Perte NEC	-1,2 ^b	-1,7 ^a	-0,5 ^d	-1,0 ^c	***	***	0,64
NEC fin	2,3 ^b	1,8 ^a	3,2 ^d	2,5 ^c	***	***	+

¹ *** P < 0,001 / ** P < 0,01 / * P < 0,05 / + P < 0,10

^{a-d} distinguent les différences de valeurs 2 à 2 (test de Tukey)

2.2. LA CYCLICITE DES VACHES, UNE AFFAIRE DE GENETIQUE ?

Les vaches Holstein ont une durée d'anovulation *post-partum* de 6 j plus longue que celle des Normande (P < 0,01 ; **Tableau 2**), elles présentent moins de profils de cyclicité normaux, plus de retards (surtout dans le système Haut) et plus de PLP (surtout dans le système Bas). Au sein de chaque race, la durée d'anovulation est similaire pour les 2 systèmes alimentaires (34 et 30 j pour les systèmes Haut et Bas).

2.3. PLUS LA PRODUCTION LAITIERE EST ELEVEE, MOINS LES OVULATIONS SONT DETECTEES

Le taux de détection des ovulations n'est affecté ni par la race, ni par le système alimentaire (**Tableau 2**). Dans les 2 races et systèmes alimentaires, la production laitière le jour de l'ovulation est moins élevée chez les vaches détectées en chaleurs que chez les vaches non détectées (- 1,1 kg, P < 0,001, données non présentées). Les vaches Holstein expriment plus d'acceptations du chevauchement (signe spécifique) que les vaches Normande, qui expriment plus de signes sexuels non spécifiques. Les vaches du système Haut ont exprimé moins d'acceptations du chevauchement que celles du système Bas.

Tableau 2 : Durée de l'anovulation *post-partum* (j), proportion de profils de cyclicité normaux et anormaux, taux de revêlage (% des lactations), taux de détection des ovulations et proportions de comportements de chaleurs spécifiques, sexuels ou généraux (% des ovulations) en fonction de la race (R), du système (S) et de leur interaction (R×S)

	Holstein		Normande		Valeurs P ¹		
	Haut	Bas	Haut	Bas	R	S	R×S
Nb lactations	113	117	141	146			
Anovulation (j)	36,6	33,0	30,7	27,7	**	+	0,52
Cyclicité N	50,4	50,4	66,0	76,6	**	0,40	
Cyclicité R	26,5	17,1	10,6	5,5	***	*	
PLP	18,6	25,6	17,0	12,3	*	0,87	
Tx revêlage	57,5	48,7	72,1	66,9	***	+	0,76
Nb ovulations	311	304	422	427			
Tx détection	69,7	73,4	69,0	69,3	0,79	0,28	0,61
AC	37,6	48,7	32,2	40,5	**	***	0,79
Chev.	17,0	13,8	19,7	18,0	*	+	0,51
Signes Gx.	15,1	10,9	17,1	10,8	0,43	***	0,85

¹ *** P < 0,001 / ** P < 0,01 / * P < 0,05 / + P < 0,10

2.4. SELON LEUR ALIMENTATION, LES HOLSTEIN NE FONT PAS FACE AU MEME CHALLENGE DE FERTILITE

Les vaches ont reçu en moyenne 1,5 IA, l'intervalle vêlage - 1^{ère} IA était de 81 ± 25 j et l'intervalle vêlage - IA fécondante de 95 ± 31 j. Le nombre d'IA a été moins important pour les vaches Holstein (**Figure 2**) et leur réussite (proportion d'IA se soldant par un vêlage) moins bonne que celles des vaches Normande (P < 0,01). Le système alimentaire a eu un effet sur les échecs de gestation chez les vaches Holstein : la NF/MEP est plus fréquente dans le système Bas (+ 15 points, P < 0,05) et les MET plus fréquentes (+ 7 points, P < 0,05) dans le système Haut. Il en résulte un meilleur taux de revêlage pour les vaches Normande que pour les vaches Holstein. Ce taux tend à être meilleur dans le système Haut que dans le Bas (**Tableau 2**).

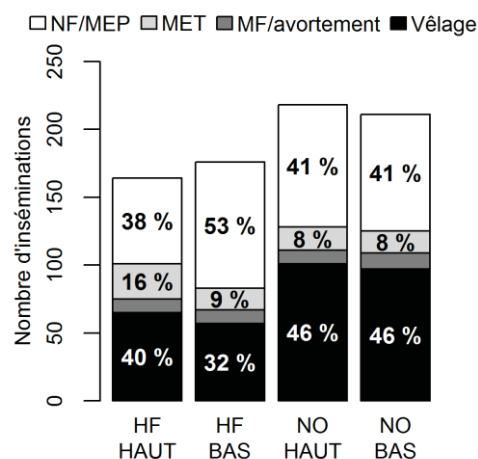


Figure 2 : Résultat des IA : taux de Non-Fécondation / Mortalité Embryonnaire Précoce, Mortalité Embryonnaire Tardive, Mortalité Fœtale / Avortement (stable autour de 5 %) et Vêlage par race (HF : Holstein, NO : Normande) et système d'élevage.

2.5. LES VACHES GESTANTES ONT EU MOINS DE PROBLEMES AU VELAGE ET PLUS DE TEMPS POUR SE REPRODUIRE

Les vaches gestantes en fin de campagne ont eu un intervalle entre la date de première IA possible et dernière IA possible plus long (+ 8 j, P < 0,001) car elles vêlent plus tôt en saison et ont moins de problèmes sanitaires au vêlage (-10 points, P < 0,01) que les vaches non-gestantes (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Contexte de la reproduction, performances de cyclicité et paramètres métaboliques en fonction du statut de gestation (G), de la race (R), du système (S) et de leur interaction (R×S)

	Gestantes				Non-Gestantes				valeurs P ¹			
	Holstein		Normande		Holstein		Normande		G	R	S	R×S
	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas				
<i>Nb de lactations</i>	68	61	103	99	45	56	38	46				
DPMR ² (j)	89	85	88	84	81	77	80	76	***	0,58	*	0,59
Vêlage difficile (%)	30,9	16,4	18,4	8,1	24,4	23,2	26,3	39,1	**	0,57	+	0,44
Cyclicité N (%)	55,9	62,3	63,1	86,9	42,2	37,5	73,7	54,3	*	**	0,40	
Cyclicité R (%)	26,5	13,1	13,6	4,0	26,7	21,4	2,6	8,7	0,49	***	*	
PLP (%)	13,2	18,0	16,5	4,0	26,7	33,9	18,4	30,4	***	*	0,87	
Glucose 60 j (mg/dl)	65,1	61,2	63,1	59,3	65,2	61,3	63,2	59,4	0,87	**	***	0,40
AGNE 60 j (mg/dl)	211,9	242,7	186,5	213,6	204,0	233,6	179,5	205,6	0,44	0,11	**	0,99
Urée 60 j (mg/dl)	25,8	20,3	26,8	21,3	26,9	21,3	27,9	22,3	0,18	0,18	***	0,11

¹ Niveau de significativité : *** P < 0,001 / ** P < 0,01 / * P < 0,05 / + P < 0,10

² Durée de la Période de Mise à la Reproduction : intervalle entre la date de première IA possible et dernière IA possible

Les vaches non-gestantes présentent moins de profils de cyclicité normaux (P < 0,05) et plus de PLP (P < 0,001) que les vaches gestantes. Ni la concentration plasmatique en glucose, ni celle en AGNE, ni celle en urée à 60 j *post partum* ne sont associées au statut de gestation des vaches.

3. DISCUSSION

En accord avec nos précédents travaux, la cyclicité des vaches est dégradée chez les vaches Holstein : elles acquièrent leur cyclicité plus tard et présentent plus de profils de cyclicité anormaux que les vaches Normande (Disenhaus et al., 2009). Dans cette étude, la reprise de cyclicité des vaches tend à être plus courte dans le système Bas, ce qui est cohérent avec une plus forte proportion de profils de cyclicité retardés, mais la proportion de profils normaux et de PLP est identique dans les 2 systèmes alimentaires, d'autres travaux sont en accord avec l'absence d'effet propre de l'alimentation sur la reprise de cyclicité *post-partum* (e.g. Windig et al., 2008). De nombreux travaux ont aussi montré l'importance de l'état corporel au vêlage et de la perte d'état sur la reprise de cyclicité (Friggens et al., 2010).

Le niveau de production laitière a un effet négatif sur le taux de détection des chaleurs ainsi que sur l'intensité des chaleurs exprimées. D'autres études ont montré qu'une forte production laitière diminue la durée et l'intensité des chaleurs (López-Gatius et al., 2005), notamment par une augmentation de la clairance hépatique des hormones sexuelles (Wiltbank et al., 2006) et la diminution de l'activité de synthèse d'œstradiol par les ovaires (Cutullic et al., 2009).

Le taux de revêlage est meilleur chez les vaches Normande et dans le système Haut. Chez les Holstein, les échecs de gestation diffèrent d'un système à l'autre : il y a plus de NF/MEP dans le système Bas et davantage de MET dans le système Haut. Nos précédentes études ont montré que les NF/MEP suite à l'IA seraient pilotées par les réserves corporelles de l'animal, tandis que la MET serait associée à la production laitière exprimée (Cutullic et al., 2012). Les vaches gestantes en fin de campagne ont eu une saison de reproduction plus longue que les non-gestantes, leur offrant plus de chances d'être inséminées. Les vaches non-gestantes ont davantage subi de difficultés au vêlage que les gestantes. Ces difficultés sont connues comme facteurs de risque associés aux anomalies de cyclicité (Opsomer et al., 2000). Dans notre étude, les vaches non-gestantes sont plus sujettes aux PLP que les gestantes, et cette anomalie de cyclicité perturbe la détection des ovulations (Disenhaus et al., 2005). Contrairement aux idées parfois admises, dans cette étude, l'urémie à 60 j *post partum* n'est pas en cause dans l'infertilité des vaches. En combinant ces résultats avec ceux rapportés par Tamminga (2006) et Diskin et al. (2006), on remarque que le taux de gestation n'est pas systématiquement dégradé pour une urémie au-dessus de 19 mg/dl.

CONCLUSION

Lors de faibles apports nutritifs, les vaches produisent moins de lait. Les vaches Holstein et Normande adoptent néanmoins des stratégies différentes de modulation de la production laitière et de l'état des réserves corporelles. Les vaches Holstein mobilisent de façon importante leurs réserves corporelles de manière à maintenir au mieux leur niveau production laitière. Les vaches Normande profitent de la diminution des besoins en ressources pour la production laitière pour limiter leur perte d'état corporel. Ces stratégies différentes ont des conséquences à chaque étape de la reproduction. Leurs effets se compensent, et les vaches Normande préservent leur aptitude globale à se reproduire alors que les vaches Holstein échouent plus souvent en cas de restriction alimentaire. Les animaux capables de limiter leur production laitière sont donc ceux qui arrivent le mieux à se reproduire en système herbager avec vêlages groupés sur 3 mois.

Merci à l'équipe du pôle "Lait" INRA – Pin-au-Haras pour le suivi des animaux et au personnel INRA et AGROCAMPUS OUEST pour les dosages.

Ce travail bénéficie du soutien financier de la région Bretagne et du projet européen PROLIFIC.

- Cutullic, E., Delaby, L., Causeur, D., Michel, G., Disenhaus, C., 2009.** J. Dairy Sci., 92, 73
- Cutullic, E., Delaby, L., Gallard, Y., Disenhaus, C., 2011.** Animal, 5, 731-740
- Cutullic, E., Delaby, L., Gallard, Y., Disenhaus, C., 2012.** Animal, 6, 476-487
- 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., Cutullic, E., Blanc, F., Agabriel, J., 2009.** J. Dairy Sci., 92, 498
- Diskin, M.G., Murphy, J.J., Sreenan, J.M., 2006.** Anim. Reprod. Sci., 96, 297-311
- Friggens, N., Disenhaus, C., Petit, V., 2010.** Animal, 4, 1197-1213.
- Humblot, P., 2001.** Theriogenology, 56, 1417-1433
- Kerbrat, S., Disenhaus, C., 2004.** Appl. Anim. Behav. Sci., 87, 223-238
- López-Gatius, F., Santolaria, P., Mundet, I., Yániz, J.L., 2005.** Theriogenology, 63, 1419-29
- Opsomer, G., Gröhn, Y.T., Hertl, J., Coryn, M., Deluyker, H., de Kruif, A., 2000.** Theriogenology, 53, 841-857
- Tamminga, S., 2006.** Anim. Reprod. Sci., 96, 227-239
- Wiltbank, M., Lopez, H., Sartori, R., Sangsritavong, S., Gümen, A., 2006.** Theriogenology, 65, 17-29
- Windig, J.J., Beerda, B., Veerkamp, R.F., 2008.** J. Dairy Sci., 91, 2874-288