HAL
open science

Phénotypage des échecs de gestation entre 0 et 90 jours après 1ère insémination postpartum en race Holstein et relations avec l'index de fertilité postpartum des pères utilisés

Dorothee Ledoux, Julie J. Gatien, Bénédicte Grimard, Marie-Christine Deloche, Sebastien S. Fritz, Rachel Lefebvre, Patrice P. Humblot, Claire C. Ponsart

To cite this version:

Dorothee Ledoux, Julie J. Gatien, Bénédicte Grimard, Marie-Christine Deloche, Sebastien S. Fritz, et al.. Phénotypage des échecs de gestation entre 0 et 90 jours après 1ère insémination postpartum en race Holstein et relations avec l'index de fertilité postpartum des pères utilisés. 18. Rencontres Recherches Ruminants, Dec 2011, Paris, France. pp.339-342. hal-01000381

HAL Id: hal-01000381

https://hal.science/hal-01000381v1

Submitted on 6 Jun 2020

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.

Phénotypage des échecs de gestation entre 0 et 90 jours après 1ère insémination postpartum en race Holstein et relations avec l'index de fertilité postpartum des pères utilisés

LEDOUX D. (1, 2), GATIEN J. (3), GRIMARD B. (1, 2), DELOCHE MC. (3), FRITZ S. (3), LEFEBVRE R. (4), HUMBLOT P. (3, 5), PONSART C. (3)

(1) Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 7 av du général de Gaulle, F-94704 Maisons-Alfort Cedex, France
(2) UMR INRA 1198 Biologie du Développement et Reproduction, Domaine de Vilvert, F-78352 Jouy-en-Josas Cedex, France
(3) UNCEIA, Département Recherche et Développement, 13 rue Jouet, F-94704 Maisons-Alfort, France
(4) UMR 1313 INRA, Génétique Animale et Biologie Intégrative, 78352 Jouy-en-josas Cedex, France
(5) Department of Clinical Sciences, SLU, 750-07 Uppsala, Sweden

RESUME - Les incidences de 4 phénotypes d'échecs de gestation entre l'IA1 (J0) et 90 jours ont été estimées pour 3508 vaches Holstein issues de taureau Holstein connus pour leur index génétique de fertilité postpartum (Index FERv) : vaches inséminées en phase lutéale (IA-PL, P4 élevée à J0, 5,0 %), non fécondation-mortalité embryonnaire précoce (NF-MEP, P4 basse à J0 et 18-25 jours plus tard, 35,1 %), mortalité embryonnaire tardive (MET, P4 basse à J0, élevée à J18-25 et constat de gestation négatif à 45 jours, 19,0 %) et mortalité fœtale (MF, constat de gestation positif à J45 puis négatif à J90, 2,7 %). Les vaches des taureaux à index FERv faible (≤ -0,5) ont été plus à risque de NF-MEP et de MET que les vaches de taureaux à index moyen (respectivement OR=1,23, p=0,03 ; OR=1,53, p=0,007) et élevé (respectivement OR=1,28, p=0,02 ; OR=1,79, p<0,001). Cette étude a permis de préciser les phénotypes de fertilité et de quantifier ses effets selon le niveau génétique des pères pour la fertilité simultanément avec des facteurs environnementaux, de conduite d'élevage et des performances individuelles.

Phenotyping pregnancy failure occurring within 90 days following first postpartum insemination in Holstein cattle and relationship with fertility breeding value of bull fathers

LEDOUX D. (1, 2), GATIEN J. (3), GRIMARD B. (1, 2), DELOCHE MC. (3), FRITZ S. (3), LEFEBVRE R. (4), HUMBLOT P. (3, 5), PONSART C. (3)

(1) Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 7 av du général de Gaulle, F-94704 Maisons-Alfort Cedex, France
(2) UMR INRA 1198 Biologie du Développement et Reproduction, Domaine de Vilvert, F-78352 Jouy-en-Josas Cedex, France

SUMMARY - The incidences of pregnancy failures between AI1 (D0) and D90 were estimated from 3508 Holstein cows according to cow fertility breeding value (FERbv) of 12 bull fathers : cows inseminated during the luteal phase (AI-LP, high P4 level on D0, 5.0%), fertilization failure or early embryonic mortality (FF-EEM, low P4 on D0 and D18-25, 35.1 %), late embryonic mortality (LEM, low P4 on D0, high P4 on D18-25 with a negative pregnancy check on D45, 19.0 %) and fetal mortality (FM, positive pregnancy check on D45 then negative on D90, 2.7 %). Cows issued from bulls presenting low FERbv (≤ -0,5) presented significantly higher FF-EEM and LEM rates than cows issued from bulls with medium FERbv (OR=1.23, p=0.03 and OR=1.53, p=0.007 respectively) or high FERbv (OR=1.28, p=0.02 and OR=1.79, p<0.001 respectively). The precise follow-up within 90 days following AI allowed to describe different fertility phenotypes and to quantify effects from bull father FERv together with environmental sources of variation, management factors and individual characteristics

INTRODUCTION

Entre 1998 et 2010, la valeur génétique pour la fertilité femelle (Index FERv) des taureaux d'insémination artificielle (IA) était estimée à partir du taux de vêlage de leurs filles après IA. L'héritabilité de la fertilité est faible (entre 1 et 2 %) mais sa variabilité génétique élevée (σG=5-7% de taux de réussite ; Boichard *et al*., 1998, Barbat *et al*., 2007). Elle est inversement corrélée à la quantité de lait produite en race Holstein ce qui explique en partie sa dégradation au fur et à mesure de la progression du potentiel génétique laitier (pour revue : Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008). Afin de limiter cette dégradation dans les élevages, l'index génétique pour la fertilité femelle a été introduit en 2001 en France dans l'index de synthèse global. Depuis, le taux de réussite en première insémination des vaches laitières de race Holstein semble se stabiliser (mesures entre 2004 et 2008, Le Mézec *et al.*, 2010). Cependant, la fertilité reste basse en race Holstein, de 10 à 15 points inférieurs à celle des races laitières Montbéliarde et Normande (50 % en race Montbéliarde, 45 % en race Normande, moins de 35 % en race Holstein pour les vaches en troisième lactation ; Le Mézec *et al.*, 2010).

Les travaux de cartographie de QTL (projets Cartofine 2 et 3) ont mis en évidence plusieurs QTL de fertilité à partir du taux de réussite à l'insémination, seul critère disponible à grande échelle pour l'évaluation génétique des reproducteurs, mais néanmoins très global. Certains QTL ont été identifiés comme ayant une action importante sur le taux de réussite en première IA après vêlage avant 90 jours (ex : QTL du chromosome 3 ; Guillaume *et al.*, 2007 ; Druet *et al.*, 2008).
Préciser ces QTL suppose d'une part de réduire la taille des zones du génome incriminées et d'autre part de mieux identifier les fonctions affectées. Celles-ci sont probablement multiples mais un meilleur ciblage de la période de la gestation la plus affectée permettrait aussi d'orienter les recherches futures. Les échecs de gestation ont lieu le plus souvent avant 90 jours (Santos *et al.*, 2004), les échecs précoces avant implantation étant les plus fréquents (Humblot, 2001).
Cette étude s'insère dans un projet plus large qui a pour objectif de préciser les QTL de fertilité sur une population indépendante de femelles (Lefebvre *et al.*, 2011), à partir de phénotypes de fertilité plus précis, estimés entre 0 et 90 jours de gestation. Son objectif est de caractériser les différents

phénotypes issus de cette population de femelles en mesurant la chronologie des échecs de gestation entre 0 et 90 jours après la première insémination (IA1) et de les mettre en relation le potentiel génétique de taureaux Holstein pour la fertilité femelle postpartum.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX, DONNEES ENREGISTREES, PRELEVEMENTS ET ANALYSES

Douze taureaux Holstein très largement diffusés et d'index FERv précis (CD ≥ 0,95) ont été choisis. Un échantillon de 4 239 de leurs filles de race pure, en première ou deuxième lactation, réparties sur l'ensemble du territoire français, a été suivi entre la première insémination postpartum et 90 jours de gestation. Ces vaches ont été inséminées par des techniciens habilités, sur chaleurs observées.

L'index FERv des taureaux est celui calculé lors de l'estimation du 28 octobre 2010. Il était compris entre -0,7 et 1,0. Pour chaque vache, la date de vêlage, le rang de lactation, la date de IA1, la date de retour en chaleurs et/ou la date de deuxième insémination, la production laitière, le taux butyreux (TB) et le taux protéique (TP) mesurés une fois par mois pendant les 3 premiers mois postpartum ont été enregistrés.

Un échantillon de lait a été prélevé sur les vaches lors de la traite du matin suivant la détection des chaleurs ou la première insémination (J0) puis 18 à 25 jours (21,0 ± 1,5 jours) plus tard ou le jour de la deuxième insémination et/ou d'un retour en chaleurs. Pour chaque prélèvement, un dosage de progestérone (P4) a été réalisé à l'aide d'un test ELISA (Ovucheck®MILK, Biovet Inc. 4375, Beaudry Ave, St-hyacinthe, Quebec, J2s 8w2 Canada). Le taux de P4 dans le lait a été considéré comme négatif lorsque que la concentration était inférieure ou égale à 2,5 ng/mL, positif pour une concentration supérieure ou égale à 3,5 ng/mL et douteux entre ces valeurs. Deux constats de gestation par échographie ou par palpation transrectale ont été réalisés par un technicien du centre d'insémination à 45 jours (43,2 ± 8,3 jours) puis à 90 jours (94,5 ± 31,7 jours) après la première insémination. Le constat échographique a été soit positif (embryon/fœtus identifié et vivant au moment de l'examen), soit négatif, soit douteux.

Les prélèvements et les examens identifiés douteux lors des analyses de progestérone ou des constats de gestation ont été interprétés ou éliminés en fonction des autres résultats de la séquence de prélèvements.

1.2. DETERMINATION DU MOMENT DE L'ECHEC DE GESTATION

La chronologie des échecs de gestation, IA en phase lutéale (IA-PL), non fécondation-mortalité embryonnaire précoce (NF-MEP), mortalité embryonnaire tardive (MET), mortalité fœtale (MF) a été déterminée à partir des séquences de résultats des deux dosages de progestérone dans le lait, des retours en chaleurs observés et des deux constats de gestation (Tableau 1).

1.3. ANALYSES STATISTIQUES

La variable à expliquer comprenait deux modalités : l'échec ou le maintien de la gestation sur une période donnée. Cette variable binaire a été confrontée à une variable d'intérêt principal et à des variables d'ajustement. Le potentiel génétique des taureaux pour la fertilité postpartum était la variable d'intérêt principal. Après analyse préliminaire montrant l'absence de linéarité de la variable, elle a été construite à partir de l'index FERv paternel avec trois modalités : potentiel génétique faible (index FERv compris entre -0,7 et -0,5, n=781), potentiel génétique moyen (index FERv compris entre -0,1 et +0,3, n=1502), potentiel génétique élevé (index FERv compris entre +0,5 et 1,0, n=1225). Les variables d'ajustement des modèles statistiques ont été les facteurs de production laitière et d'environnement suivants : la quantité moyenne de lait, l'écart entre TB et TP et le TP minimum mesurés une fois par mois pendant les 3 premiers mois de lactation, le rang de lactation, le jour de l'insémination, la saison de l'insémination, l'intervalle vêlage-IA1, la zone géographique, l'année d'étude et leurs interactions. Les relations simples entre la variable d'intérêt, les facteurs de production laitière et d'environnement, l'incidence d'inséminations en phase lutéale et d'échecs de gestation ont été analysés à l'aide d'un test de khi² en utilisant le logiciel SAS® 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A l'issue de cette première analyse, les variables associées aux différentes périodes d'échec de gestation au seuil de 20 % ($p<0,20$) et l'effet aléatoire élevage (plusieurs vaches suivies dans un même élevage) ont été introduites dans des modèles de régression logistique à effets mixtes pour expliquer, à chaque période, l'échec versus le maintien de la gestation (proc Glimmix, SAS® 9.2).

Une variable a été considérée significativement liée à la variable à expliquer au seuil de 5 % ($p\leq0,05$), associée en tendance entre 5 et 10 % ($0,05<p\leq0,10$) et non associée significativement au-delà de 10% ($p>0,10$).

2. RESULTATS

2.1. DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON

Le phénotype des échecs de gestation a été déterminé avec certitude sur 3508 filles parmi les 4239 recrutées (données manquantes, constat échographique douteux). Le suivi des 3508 vaches a été réalisé dans 984 élevages. Les vaches observées étaient majoritairement en première lactation (61,8 %). Parmi les vaches multipares, 87 % étaient en deuxième lactation.

2.2. INCIDENCES DES ECHECS DE GESTATION

Parmi les vaches inséminées, 1805 (51,5 %) ont présenté un échec de gestation entre l'IA et 90 jours : 177 IA ont été réalisées en phase lutéale, 1169 ont présenté de la non fécondation-mortalité embryonnaire précoce, 411 de la mortalité embryonnaire tardive et 48 de la mortalité fœtale (Tableau 1). Le taux de gestation à 90 jours des vaches de l'échantillon a été de 48,5 % (1703/3508).

Tableau 1 Définitions, fréquences et incidences des échecs de gestation entre 0 et 90 jours après la première insémination des 3508 vaches Holstein de l'échantillon. + : P4 ≥3,5 ng/mL ou embryon/fœtus identifié ; - : P4 ≤2,5 ng/mL ou embryon/fœtus non identifié

Phénotypes	Analyse de progestérone		Constats de gestation		n	% Fréquence (dénominateur=3508)	% Incidence (dénominateur)
Délai post IA (j)	0	21,0 ± 1,5	43,2 ± 8,3	94,5 ± 31,7			
IA-PL	+				177	5,0	5,0 (3508)
NF-MEP	-	-			1169	33,3	35,1 (3331)
MET	-	+	-		411	11,7	19,0 (2162)
MF	-	+	+	-	48	1,4	2,7 (1751)

2.3. EFFET DU POTENTIEL GENETIQUE DES TAUREAUX SUR LA CHRONOLOGIE DES ECHECS DE GESTATION DE LEURS FILLES ENTRE L'INSEMINATION ET 90 JOURS POST-INSEMINATION

Aucune relation significative n'a été observée entre l'index FERv, la fréquence des IAP-PL et l'incidence de MF entre 45 et 90 jours après IA1.

2.3.1. Effet du potentiel génétique des taureaux sur l'incidence de non-fécondation mortalité embryonnaire précoce de leurs filles

La quantité de lait produit, le jour de l'insémination et la saison d'insémination n'ont pas influencé significativement la NF-MEP lors de l'analyse univariée (p>0,20). Ces variables n'ont pas été introduites dans le modèle multivarié.

L'index FERv ajusté sur le rang de lactation, l'intervalle vêlage-IA1, l'écart de taux TB-TP, la zone géographique et l'année d'étude a été associé significativement à l'incidence de NF-MEP chez les vaches.

La différence entre TB-TP dans le lait, l'intervalle vêlage-insémination, la zone géographique et l'année d'étude ont été significativement associés à l'incidence de NF-MEP mais le rang de lactation n'a plus eu d'effet significatif dans le modèle multivarié (Tableau 2).

2.3.2. Effet du potentiel génétique des taureaux sur l'incidence de la mortalité embryonnaire tardive de leurs filles

Le TB, le jour de l'IA1, la saison de l'IA1, l'intervalle vêlage-IA1, la zone géographique et l'année d'étude n'ont pas été significativement associés à l'incidence de la MET au cours de l'analyse univariée (p>0,20). Ces variables n'ont pas été introduites dans le modèle multivarié.

L'index FERv des taureaux ajusté sur le rang de lactation, la quantité de lait produite et le TP minimum observé au cours des trois premiers mois de lactation a été significativement associé à l'incidence de MET chez les vaches.

Des effets de l'interaction entre TP minimum observé au cours des 3 premiers mois de lactation et quantité moyenne de lait produit ainsi qu'entre quantité de lait produit et rang de lactation ont été observés mais le rang de lactation seul et le TP minimum n'ont pas eu d'effets significatifs dans le modèle multivarié (Tableau 3).

Tableau 2 Effets de l'index FERv des taureaux et des facteurs d'environnement sur l'incidence de la NF-MEP mesurée entre 0 et 18-25 jours après la première insémination chez leurs filles (n=3245 vaches Holstein sans données manquantes) ; *p≤0,05 ; **p≤0,01, - non significatif

Variables	Modalités	Effectifs	Incidence de NF-MEP corrigée %	Odds Ratio (Intervalle de confiance à 95 %)
Index FERv	≤ -0,5	718	39,3	1
	[-0,1 ; 0,3]	1392	34,5*	0,81 (0,67-0,98)
	≥ +0,5	1135	33,7*	0,78 (0,64-0,96)
Différence TB-TP(g/kg)	[5-10]	1405	32,4	1
	< 5	576	38,5**	1,30 (1,06-1,60)
	> 10	1264	36,6*	1,21 (1,03-1,42)
Intervalle vêlage IA1	< 90 j	1934	37,9	1
	≥ 90 j	1311	33,7**	0,83 (0,71-0,96)
Zone géographique de la coopérative	Bretagne	1692	38,2	1
	Sud-Ouest et Est	758	35,4	-
	Normandie	795	33,8*	0,83 (0,69-0,99)
Année	2006	580	36,6	-
	2007	1190	33,0	1
	2008	955	38,9*	1,30 (1,08-1,57)
	2009	520	36,7	-

Tableau 3 Effets de l'index FERv des taureaux et des facteurs d'environnement sur l'incidence de la MET mesurée entre 18-25 et 45 jours après première insémination postpartum chez leurs filles (n=2114 vaches Holstein sans données manquantes) ; *p≤0,05 ; **p≤0,01, ***p≤0,001, - non significatif

Variables	Modalités	Effectifs	Incidence corrigée de MET %	Odds Ratio (Intervalle de confiance à 95 %)
Index FERv	≤ -0,5	439	25,2	1
	[-0,1 ; 0,3]	923	17,9**	0,65 (0,49-0,86)
	≥ +0,5	752	15,7***	0,56 (0,41-0,75)
Quantité moyenne de lait (kg)	< 27,5	706	13,8	1
	[27,5 ; 33,0]	699	20,0*	1,56 (0,99-2,45)
	> 33,0	709	25,6***	2,15 (1,40-3,30)
Interaction entre quantité de lait (kg) et TP minimum (g/kg)				
	Lait < 27,5 et TP < 27,0	159	9,7	1
	Lait < 27,5 et TP ≥ 27,0	547	19,2**	2,22 (1,21-4,06)
	27,5 ≤ lait ≤ 33,0 et TP < 27,0	149	19,4*	2,25 (1,05-4,83)
	27,5 ≤ lait ≤ 33,0 et TP ≥ 27,0	550	20,5**	2,41 (1,25-4,63)
	Lait > 33,0 et TP ≥ 27,0	528	24,3***	2,99 (1,56-5,75)
	Lait > 33,0 et TP < 27,0	181	26,9***	3,42 (1,69-6,94)
Interaction entre quantité de lait (kg) et rang de lactation				
	Lait < 27,5 et primipare	595	13,2	1
	Lait < 27,5 et multipare	111	16,2	-
	27,5 ≤ lait ≤ 33,0 et primipare	516	16,2	-
	27,5 ≤ lait ≤ 33,0 et multipare	183	24,4*	2,11 (1,29-3,48)
	Lait > 33,0 et primipare	212	27,1**	2,44 (1,55-3,86)
	Lait > 33,0 et multipare	497	24,1**	2,08 (1,41-3,09)

3. DISCUSSION

L'incidence de vaches inséminées en phase lutéale et l'incidence de NF-MEP ont été similaires à celles déjà observées dans d'autres études réalisées à grande échelle (Royal *et al.*, 2000 ; Fréret *et al.*, 2006 ; Grimard *et al.*, 2006).
L'incidence de MET a été moins élevée dans notre étude que dans des enquêtes précédentes réalisées en France (Michel *et al.*, 2003 ; Fréret *et al.*, 2006 ; Grimard *et al.*, 2006). Cela est probablement dû au fait que plus de 94% des vaches étudiées ici étaient en première et deuxième lactation, plus fertiles que les vaches à rang de lactation supérieur (Le Mézec *et al.*, 2010). Fournier et Humblot (1989), Pinto *et al.* (2000) et Santos *et al* (2009) ont montré que l'incidence de mortalité embryonnaire tardive augmentait avec le rang de lactation des vaches.
Après la fin de l'organogenèse, le risque d'interruption de la gestation diminue (Santos *et al*., 2004) : comme attendu, l'incidence de la mortalité fœtale a été plus faible dans notre échantillon que celles de la NF-MEP et de la MET.

Les filles des taureaux à faible index FERv ont eu plus de risque de NF-MEP et plus de risque de MET que les vaches des taureaux à index moyen et élevé (de 5 à 10%). L'index FERv n'a pas influencé l'incidence de la MF, ni les inséminations en phase lutéale qui sont en partie liées à des expressions discrètes de chaleurs. Dans notre étude, plus d'un écart-type génétique séparait les taureaux d'index faible des taureaux d'index élevé (de 1 à 1,3 écart-type entre les bornes des classes). Or, un écart d'un point d'index entre deux taureaux correspond à une différence estimée de 3,5 % de taux de réussite de leurs filles (Barbat *et al*., 2007) ; dans cette étude, l'effet de l'index de fertilité des taureaux a été plus important sur les mortalités embryonnaires. Ceci est dans doute lié à l'impact spécifique des échecs précoces de gestation sur la fertilité des vaches laitières. De plus, l'apport génétique des mères des vaches étudiées n'a pas été pris en compte. Toutefois, compte tenu des effectifs de filles par taureau (entre 93 et 516), la valeur génétique des mères peut être estimée proche entre les populations de filles.

L'effet génétique sur la NF-MEP et la MET recouvre de nombreux évènements physiologiques pouvant affecter la qualité des ovocytes, celle de l'oviducte qui accueille la fécondation, celle du développement de l'embryon : l'implantation et les mécanismes immunitaires qui l'accompagne pourraient être aussi en cause. La régulation de ces périodes peut aussi être en cause (pour revue, Kölle *et al.*, 2010). Enfin, un effet génétique indirect ne peut être écarté : par exemple l'effet pourrait s'exercer sur la capacité d'ingestion ou sur l'aptitude à la mobilisation des réserves corporelles pour un meilleur bilan énergétique au moment de l'insémination.

Les effectifs élevés d'animaux observés dans cette étude ont permis de retrouver les effets de certains facteurs d'environnement ou liés à l'animal connus de la fertilité. La NF-MEP a été influencée par 4 facteurs. Chez les vaches présentant une différence moyenne sur les trois premiers mois de lactation entre TB et TP inférieure à 5 g/kg ou supérieure à 10 g/kg, l'incidence de NF-MEP a été plus élevée que dans la classe intermédiaire. Une quantité faible en matière grasse et forte en matière protéique dans le lait est associée à de l'acidose ruminale chez la vache laitière. Une quantité faible en matière protéique et forte en matière grasse est associée à une lipomobilisation excessive, un déficit énergétique et au risque de cétose subclinique. Les maladies métaboliques (acidose, hypocalcémie, cétose..) sont connues comme étant des facteurs de diminution de la fertilité des vaches laitières (pour revue : Roche, 2006). L'augmentation de l'intervalle vêlage - première insémination a diminué le risque de NF-MEP comme cela a déjà été observé (pour revue : Sheldon et Dobson, 2004).
Dans notre étude, ce sont les taux protéiques élevés (signant une bonne couverture des besoins énergétiques) en interaction avec des quantités moyenne à forte de lait produit qui sont associés à de la MET. Ceci va dans le sens des observations de Grimard *et al* (2006) qui montraient une augmentation de la MET chez les vaches les plus grasses à la mise à la reproduction.
Humblot (2001) et Santos *et al* (2009) ont montré une association entre un rang de lactation élevé et la MET. Dans notre étude, nous avons identifié un effet du rang de lactation en interaction avec le niveau de production. Les multipares à plus de 27,5 kg ont été plus à risque de MET que les primipares à moins de 33 kg de lait produit. En revanche, les primipares à plus de 33 kg ont été plus à risque de MET que les multipares et les primipares produisant moins de 27,5 kg.

CONCLUSION

Il existe une relation entre niveau génétique de fertilité des taureaux et incidence de non fécondation et/ou mortalité embryonnaire avant 45 jours chez les filles. Les deux stades semblent affectés dans un même ordre de grandeur. En revanche, le niveau génétique du père pour la fertilité n'a pas influencé l'incidence de mortalité fœtale entre 45 et 90 jours, ni la fréquence des inséminations en phase lutéale.

Cette étude a été financée par l'Agence Nationale pour la Recherche (GENANIMAL) et Apis Gene
Les auteurs remercient vivement tous les correspondants des 17 coopératives d'insémination animale, les stagiaires et les éleveurs pour leur coopération active au cours des 3 années d'enquête

Barbat, A., Gion, A., Ducrocq, V., 2007. Bull.Tech.IA., 126, 19-22
Boichard, D., Barbat, A., Briend, M., 1998. 3R, 5, 103-106
Druet, T., Fritz, S., Boussaha, M., et al. 2008. Genetics 178, 2227-2235
Fournier, J.L., Humblot, P., **1989**. Elev.Insém, 229, 3-10
Fréret, S., Ponsart, C., Bahadur, R.D., et al., 2006. 3R, 13, 281-284
Guillaume, F., Gautier, M., Ben Jemaa, S., et al., 2007. Anim.Genet., 38, 72-74
Grimard, B., Freret, S., Chevallier, A., et al., 2006. Anim. Reprod.Sci., 91, 31-44
Humblot, P., 2001. Theriogenology, 56, 1417-1433
Kölle, S., Reese, S., Kummer, W., 2010. Theriogenology, 73, 786-795
Lefebvre, R., Fritz, S., Ledoux, D., et al., 2011. 3R affiche acceptée
Le Mezec, P., Barbat-Leterrier, A., Barbiers, S., et al., 2010. 3R, 17, 157-160
Michel, A., Ponsart, C., Fréret, S., Humblot, P., 2003. 3R, 10, 131-134
Pinto, A., Bouca, P., Chevallier, A., et al., 2000. 3R. 7, 213-216
Roche, J.F., 2006. Anim.Reprod.Sci., 96, 282-296
Rodriguez-Martinez, H., Hultgren, J., Bage, R., et al., 2008. Ivis Reviews in Veterinary Medecine, Ed. International Veterinary Information Service, Ithaca NY
Royal, M.D., Darwash, A.O., Flint, A.P.F., et al., 2000. Anim.Sci., 70, 487-501
Santos, J.E.P., Thatcher, W.W., Chebel, R.C., et al., 2004. Anim.Reprod.Sci., 82-83, 513-535
Santos, J.E., Rutigliano, H.M., Sá Filho, M.F., 2009. Anim.Reprod.Sci., 110, 207-221
Sheldon, I.M., Dobson, H., 2004. Anim.Reprod.Sci., 82, 295-306