

Une palette d'outils pour améliorer la reproduction des vaches laitières

PONSART C. (1), FRAPPAT B. (2), LE MEZEC P. (2), FRERET S. (1), SEEGER S. H. (3), PACCARD P. (2), HUMBLLOT P. (1)

(1) UNCEIA, département R et D, 13, rue Jouët, 94704 MAISONS-ALFORT

(2) INSTITUT DE L'ELEVAGE, 149, rue de Bercy, 75595 PARIS cedex 12

(3) UMR INRA-ENVN Gestion de la Santé Animale, BP 40706, 44307 NANTES cedex

RESUME – Face à la dégradation des performances de reproduction, le programme de recherche développement mené par l'UNCEIA avec ses partenaires depuis fin 2002 a mis au point plusieurs outils pour restaurer la fertilité femelle. En marge des améliorations apportées par l'INRA à l'évaluation génétique de la fertilité en 2007, une étude de la représentativité et de la fiabilité des constats de gestation a été menée en vue d'une possible utilisation pour l'indexation. En amont, plusieurs travaux de recherche visent à préciser la localisation et les fonctions de QTL (*quantitative trait loci*) de fertilité et à identifier les gènes s'exprimant de façon différentielle selon les phénotypes. Concernant les pratiques d'élevages, la réalisation d'enquêtes en ferme a abouti à la mise au point d'indicateurs permettant de repérer les femelles ayant des anomalies de cyclicité, la description des conditions de détection (appel de l'inséminateur après observation d'un signe discret) et d'insémination (lieux et moyens de contention) liées aux échecs précoces de gestation. Enfin, une gamme d'actions de conseil est construite pour faire connaître et adopter les bonnes pratiques : un référentiel synthétisant l'essentiel des connaissances en reproduction bovine a été diffusé auprès des inséminateurs, puis des éleveurs ; une méthode de conseil individuel et deux journées d'échanges de pratiques sur le thème « Réussir l'insémination ensemble » ont été conçues. L'utilisation combinée des différents outils doit permettre d'actionner l'ensemble des leviers nécessaires à l'amélioration de la reproduction des vaches laitières.

A wide range of tools to improve reproduction in dairy cows

PONSART C. (1), FRAPPAT B. (2), LE MEZEC P. (2), FRERET S. (1), SEEGER S. H. (3), PACCARD P. (2), HUMBLLOT .P (1)

(1) UNCEIA, département R et D, 13, rue Jouët, 94704 MAISONS-ALFORT

SUMMARY – Facing the decrease in the reproductive performances, a program of research and development was conducted by UNCEIA since 2002 with its partners, leading to propose a range of tools to improve female fertility. In addition to an improved model for fertility evaluation implemented in 2007 by INRA, a survey studied the possible use of pregnancy results to complete the data used for indexation. Moreover, research programs in genomics are conducted to obtain the precise localisation and functions of the QTL of fertility and to identify the genes differentially expressed according to different phenotypes. A second part was dedicated to farming practices. Several trials realised under farm conditions led to the identification of predictors of cyclicity disorders and to the description of the modalities of detection (call of AI technician following detection of one non-specific oestrus sign) and insemination (type of restraint) associated with lower success of reproduction. Thirdly, a range of advice services was proposed for teaching farmers and AI technicians how to adopt farming practices related to better reproduction results. A handbook summarising the main knowledge and advice in the field of bovine reproduction and dedicated to AI technicians, a method aiming to diagnose and solve reproductive problems in herds and a 2 day session for farmer education based on exchanges between participants on management practices were proposed. A combined use of this wide range of tools should contribute to optimise reproductive events in dairy herds.

INTRODUCTION

L'analyse des données enregistrées dans le système national d'information génétique (SNIG) montre entre 1995 et 2005 une dégradation des performances de reproduction des génisses des trois principales races laitières. Pour les vaches, la baisse de la fertilité est continue et rapide en race Prim'Holstein, moins marquée en race Normande, et la situation est relativement stable dans la race Montbéliarde (Barbat *et al.*, 2005). La fertilité, tant qu'elle n'était pas évaluée et prise en compte dans les objectifs de sélection, connaissait une dégradation génétique liée à sa relation négative avec la production de lait ($r_g = -0,22$ à $-0,28$, INRA-Institut de l'Élevage, 2007) Les premières femelles issues de taureaux d'IA connus sur les index de synthèse intégrant la fertilité sont entrées dans les troupeaux en 2004. L'effet des choix de sélection prenant en compte les évaluations de fertilité pourrait à partir de maintenant être apprécié dans les élevages. Cependant, la dégradation phénotypique observée ne s'explique que partiellement par les effets de la sélection. Les échecs de fécondation et les échecs précoces de gestation sont associés à plusieurs causes : l'alimentation, la production laitière, le potentiel génétique, l'état sanitaire et la saison de reproduction (pour revue, Ledoux *et al.*, 2006). De plus, la sensibilité de la

détection des chaleurs est estimée à environ 50 % (Grimard *et al.*, 2004). Les évolutions des structures, les attentes sociales et la perception des pratiques par l'éleveur sont aussi des sources de variation des performances de reproduction. Dès 2002, les coopératives d'insémination associées à l'Institut de l'Élevage ont mis en place un programme de recherche et développement visant à étudier les différentes composantes associées à la fertilité. L'objectif de cette synthèse est de présenter les projets associés à la voie femelle ainsi que les résultats obtenus.

1. L'EVALUATION GENETIQUE EVOLUE

1.1. AMELIORATION DE L'INDEXATION

1.1.1. Nouveautés dans l'évaluation génétique fertilité

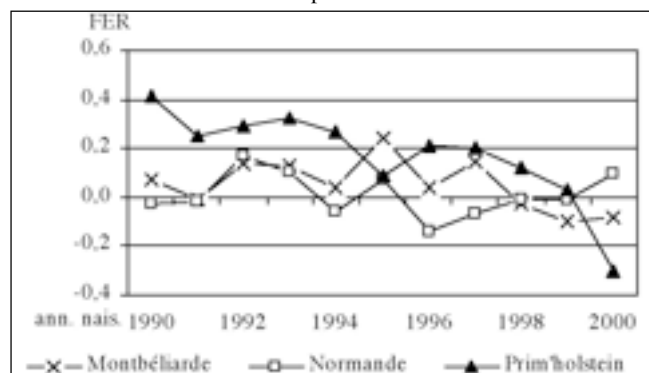
L'évaluation génétique des taureaux pour la fertilité de leurs filles est réalisée par l'INRA depuis 1998. Depuis 2001, l'index de synthèse ISU intègre ce caractère avec un poids allant selon les races de 10 % à 16 %. L'année 2007 marque le passage à la deuxième génération de l'évaluation fertilité (INRA-Institut de l'Élevage, 2007). L'INRA utilise maintenant un BLUP modèle animal au lieu d'un BLUP père-grand-père afin de prendre en compte l'ensemble des liens généalogiques. La consanguinité a été rajoutée comme facteur de variation dans le modèle d'indexation.

Les caractères « taux de conception vache » et « taux de conception génisse » sont dans un premier temps évalués séparément. Ils sont ensuite combinés entre eux ($r_g=0,65$ à $0,67$) et avec d'autres caractères prédictifs (caractères morphologiques, fonctionnels, ou de production génétiquement corrélés à la fertilité) lors d'une évaluation multicaractères réalisée à partir des performances corrigées pour les facteurs de variation identifiés autres que la valeur génétique de l'animal et en tenant compte d'un effet année de naissance. Cette seconde étape tend d'abord à améliorer la précision des index de fertilité, mais permet aussi de tenir compte de l'élimination systématique des génisses non gestantes. Les index « fertilité vache » combinés ainsi obtenus sont maintenant mis à disposition du public et utilisés dans les index de synthèse raciaux. Les travaux de l'INRA dans ce domaine visent à réduire la sensibilité des index aux nouveaux apports d'information pour permettre une utilisation plus confiante des évaluations fertilité.

1.1.2. Niveau génétique fertilité des taureaux testés

L'étude des valeurs moyennes obtenues à l'issue de l'application du nouveau modèle d'évaluation de la fertilité femelle pour les taureaux d'insémination (IA) testés en France montre, surtout en race Prim'Holstein où les effectifs de taureaux testés annuellement sont importants (de 513 à 746) et où l'influence des pères à taureaux majoritaires est plus diluée, la baisse du niveau génétique des séries successives (figure 1). En races Montbéliarde et Normande, l'écart entre les taureaux testés nés en 1990 et ceux nés en 2000 est plus réduit, et l'évolution plus chaotique, liée au poids et au renouvellement des pères à taureaux dominants.

Figure 1 : Moyenne des index fertilité femelle (FER) des taureaux d'IA testés en France par année de naissance



L'efficacité de la sélection des plus jeunes d'entre eux, encore en testage, est améliorée par la prise en compte d'informations moléculaires, organisée dans le programme de sélection assistée par marqueurs (SAM ; Fritz, 2005).

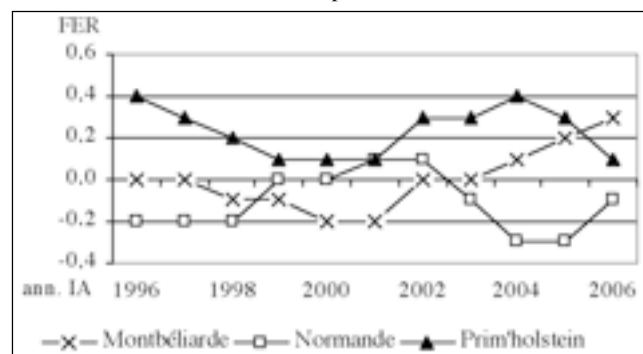
1.1.3. Niveau génétique des reproducteurs utilisés

Le fort intérêt porté à la reproduction par les éleveurs et les acteurs de la sélection se traduit dans les bilans génétiques de l'insémination (Institut de l'Élevage, 2007a ; figure 2). En race Montbéliarde, le bilan des IA est chaque année en progrès depuis 2001. En race Prim'Holstein, la comparaison des figures 1 et 2 indique que ce bilan est supérieur à la moyenne des index des taureaux testés nés six ans plus tôt, parmi lesquels figurent les taureaux de service largement utilisés. Les taureaux normands utilisés depuis 2004 présentent des qualités portant plus sur les autres caractères (production, morphologie, cellules) que sur la fertilité.

Cependant, sa prise en compte parmi les critères de sélection commence à peine à donner des résultats. En effet, entre le moment où un taureau d'IA est conçu et celui où ses filles

sont mises à la reproduction pour la première fois, il se passe huit à dix ans.

Figure 2 : Bilan génétique des IAP : index moyen fertilité femelle (FER) des taureaux d'IA utilisés par année d'IA



1.2. TRAVAUX DE RECHERCHE EN GENOMIQUE

La base des informations moléculaires s'enrichit considérablement par les travaux de recherche réalisés en particulier par l'INRA (Départements Génétique Animale et PHASE) et l'UNCEIA dans le cadre de l'appel d'offres GENANIMAL avec le soutien du GIS AGENAE et de l'ANR. Un programme de pré-localisation de QTL de qualité de semence et de fertilité a été conduit chez le mâle (Basso *et al.*, 2005). Certains programmes de génomique visent à préciser la localisation et la fonction de gènes d'intérêt sur la base des informations du programme SAM. C'est le cas de CARTOFINE dont l'objectif est d'identifier des marqueurs significatifs dans le génome bovin permettant la définition de segments de petite taille (moins de 100 gènes). Le travail porte sur quatorze régions de la SAM dont celle du QTL du chromosome 3 impliquée dans le contrôle de la fertilité. Ce travail a permis l'identification d'haplotypes défavorables à la fertilité des vaches et doit être complété par le programme GENIFER, précisant en outre le(s) moment(s) au cours de la gestation au(x)quel(s) les différences de fertilité sont exprimées, grâce à un phénotypage plus fin que celui permis par la seule utilisation des données d'IA. La mutation causale sera recherchée dans le projet VLHP avec des travaux portant sur les différences d'expression d'une partie de la zone QTL du chromosome 3 à partir de femelles de génotypes extrêmes (+/+ ou -/- pour ce QTL).

D'autres travaux de génomique expressionnelle sont en cours et visent à identifier des ensembles de gènes impliqués dans le fonctionnement de tissus spécifiques de la reproduction. Ainsi, les programmes OVOAGENAE 1 et 2 concernent l'ovocyte et l'embryon précoce. Dans le cadre de « Gènes Somatiques » le programme EMBRYOGEN recherche dans différents tissus les écarts d'expression de gènes en fonction des apports alimentaires. Ces travaux peuvent déboucher sur l'identification de nouveaux gènes (ou groupes de gènes) candidats utilisables en sélection et / ou de méthodes d'alimentation permettant de limiter les effets négatifs de pratiques défavorables, en particulier chez les femelles à haut potentiel laitier. Des études visent également à utiliser les informations issues d'espèces différentes comme la souris pour identifier des gènes pouvant être impliqués dans la reproduction des ruminants (programme MAMMIFERT). Enfin, le programme TYPAGENAE étudie la possibilité de réaliser les génotypages sur l'embryon bovin avant transfert afin de faciliter la mise en place de la sélection multicaractère. Les

résultats de cet ensemble de projets devraient contribuer à améliorer l'efficacité du programme SAM et de la sélection en général vis-à-vis des critères de reproduction.

1.3. UTILISATION DES CONSTATS DE GESTATION

Lors de l'évaluation génétique, le caractère étudié est le « taux de conception » issu du résultat positif ou négatif des IA en termes de vêlage. Pour les IA réalisées récemment (moins d'un an avant la date de l'évaluation) ou pour les IA des vaches sorties (réforme ou vente), ce résultat est incertain ou inconnu. Or ces IA sont intéressantes parce qu'elles sont les plus actuelles ou parce que la cause de la réforme peut être l'infertilité. Pour approcher leur résultat, des probabilités de gestation en fonction du délai depuis l'IA ont été introduites pour les IA récentes, et lorsque les vaches sont inséminées puis déclarées sorties pour cause de mort ou d'abattage, les IA sont considérées non fécondantes. Les constats de gestation pourraient aider à mieux cerner le résultat de ces inséminations. Une enquête réalisée auprès de l'ensemble des entreprises de mise en place (EMP) en France en 2005 révèle que chaque année plus d'1,5 million de constats de gestation sont réalisés dont la moitié sont enregistrés (Institut de l'Élevage, 2005). L'échographie est le constat le plus répandu (54,2 %), puis le palper rectal (40,3 %) et le dosage de PSPB (5,4 %).

1.3.1. Deux millions de constats de gestation étudiés

Une étude reposant sur près de deux millions de constats de gestation enregistrés par treize EMP a été conduite grâce aux concours financiers du ministère de l'agriculture et de la pêche et de l'office de l'élevage (Institut de l'Élevage, 2007b). Pour les races Prim'Holstein, Normande et Montbéliarde, plus d'1 400 000 constats ont pu être reliés à des IA, et parmi ces associations, près de 900 000 disposaient d'une conclusion par un vêlage ou son absence. Cette base de données inédite, constituée de 23 % d'échographies, 57 % de palpements rectaux, et 8 % de dosages hormonaux, montre des résultats globaux concordants par type de constat (tableau 1), et assez peu variables selon les EMP. La part de femelles constatées pleines atteint 75 % en moyenne dès trente-cinq jours après l'IA (dosages PSPB), après quarante-cinq jours (échographies) et soixante jours (palpements).

Tableau 1 : Résultat global par type de constat dans 13 EMP, du 01/10/2004 au 30/09/2005

Type de constat	Dosage hormonal (PSPB)	Echographie	Palper rectal	Non précisé
Nb constats	71 398	205 346	509 184	100 771
Résultat +	77,9 %	74,8 %	75,2 %	78,7 %
Résultat -	22,2 %	23,1 %	21,6 %	20,8 %
Résultat douteux	NC	2,0 %	3,2 %	0,5 % (partiel)

1.3.2. Représentativité et exhaustivité des constats

L'étude de représentativité n'a pas révélé de grands écarts entre les groupes d'IA, de vaches ou de troupeaux avec et sans constats. En revanche, des différences importantes ont été mises en évidence entre les EMP, liées à leur degré d'implication dans le suivi de la reproduction des troupeaux. En moyenne, 21,7 % des IA sont suivies d'un constat (12 à 43 % selon les EMP), et 46,4 % des élevages sont concernés par la pratique des constats de gestation (22 à 75 %). Les génisses représentent 39,3 % des femelles constatées, ce taux variant peu selon les entreprises.

1.3.3. Fiabilité des constats de gestation

Pour les constats non douteux opérés entre vingt et cent vingt jours après une IA et appartenant à une série conclue

par un vêlage, la fiabilité moyenne, en termes de prédiction ou non d'une mise-bas, s'établit à 93,9 %. Les dosages hormonaux, réalisés plus tôt après l'IA, sont un peu moins fiables (91 %) que les deux autres pratiques (94 %). Cette fiabilité est proche de celle rapportée dans la littérature. Toutefois, elle porte sur de nombreux enregistrements obtenus en ferme et non en situation expérimentale. Les constats négatifs sont donc moins nombreux, puisque la plus grande partie des échecs de gestation ne sont pas enregistrés, les femelles sorties sans vêlage ne sont pas prises en compte, les interruptions de gestation précoces ne sont pas connues. La comparaison des résultats des constats de gestation et des prédictions de vêlages déduites de la présence ou non d'événements de reproduction (IA et vêlages), selon les règles de décision utilisées dans l'évaluation génétique de la fertilité, montre que lorsque les vêlages ne sont pas connus, l'exactitude des constats est égale ou supérieure à celle des prédictions de vêlages (tableau 2). Pour des IA trop récentes ou des femelles sorties des élevages contrôlés, les constats de gestation pourraient apporter un complément d'information aux données utilisées lors de l'évaluation génétique, en tenant compte de leur exhaustivité variable.

Tableau 2 : Valeurs prédictives des résultats d'IA sans connaissance des vêlages (règles de décision de l'indexation) et des constats de gestation (réalisés au moins 35 j après IA) après vérification *a posteriori* de la réalité des vêlages

	Valeur prédictive positive		Valeur prédictive négative	
	Nb IA	%	Nb IA	%
Résultats d'IA (prédiction)	283 364	94,95	46 696	90,56
Constats	270 704	94,44	36 743	95,46

Dans une perspective d'utilisation de ces informations, on s'attache maintenant à préciser dans quelles circonstances les constats de gestation peuvent être utilisés pour l'indexation, à définir et organiser le circuit des données vers le SNIG. Le développement de valorisations pour le suivi de reproduction des troupeaux peut être envisagé. Enfin, une telle base de données peut aussi contribuer à la recherche de marqueurs génétiques liés à la reproduction.

2. LES ENQUÊTES EPIDEMIOLOGIQUES

2.1. LES BESOINS IDENTIFIES

Plus de 50 % des échecs après insémination (IA) ont lieu avant trente-cinq jours de gestation (Humblot, 2001, Ledoux *et al.*, 2006). En outre, une enquête rétrospective dans 309 troupeaux audités pour des problèmes de reproduction a montré que les facteurs de risque les plus fréquemment identifiés étaient liés à la détection des chaleurs et au déficit énergétique après vêlage (tableau 3).

Tableau 3 : Principaux facteurs de risque identifiés dans 309 troupeaux audités pour problèmes de reproduction (d'après Ponsart *et al.*, 2005)

Facteurs de risque identifiés	Nbre	%
Déficit énergétique après vêlage	191	61,8 %
Détection des chaleurs et mise à la repro	190	61,5 %
Déficit en vitamines et minéraux / sans cause principale identifiée	111	35,9 %
Conduite des tarries et des génisses	105	34,0 %
Défaut d'hygiène au vêlage	77	24,9 %

Ces observations ont conduit le groupe Fertilité Femelle de l'UNCEIA et ses partenaires à mettre en place plusieurs enquêtes épidémiologiques depuis 2003, ciblant en priorité la fertilité à l'IA (inséminations au mauvais moment, mortalités embryonnaires) en race Prim'Holstein.

2.1.1. De la détection des chaleurs à l'insémination

Plusieurs études réalisées en race Prim'Holstein ont montré que les anomalies de cyclicité sont aujourd'hui plus fréquentes et peuvent concerner 30 à 50 % des vaches, avec 12 à 35 % de phases lutéales prolongées et 10 à 20 % d'inactivité ovarienne (Grimard et Disenhaus, 2005). Ceci contribue à une moindre expression des chaleurs (Disenhaus *et al.*, 2005), comme l'augmentation de la production laitière (Cutullic *et al.*, 2006). Ces constats conduisent à s'interroger sur les règles de décision à adopter pour détecter les chaleurs et inséminer les femelles. Deux enquêtes épidémiologiques, baptisées FERTILIA et NEC+REPRO ont été conduites dans cent trente-cinq et dix troupeaux laitiers respectivement. Le premier objectif a été d'étudier en ferme la reprise de cyclicité *post partum* (PP) et les pratiques des éleveurs pour la détection des chaleurs (signes utilisés, modalités d'appel de l'inséminateur) et de les mettre en relation avec le taux d'IA en phase lutéale et la fertilité en 1^{ère} IA (tableau 4).

Enfin, vu le rôle crucial que joue la contention des vaches lors de l'IA dans la sécurité des intervenants mais aussi dans la réussite de l'IA (Thomas, 2003, Chevallier et Fréret, 2005), le deuxième objectif a été de travailler sur les conditions et la technique d'IA. L'enquête FERTILIA a

permis d'étudier de façon individuelle (à l'IAP) et sur un grand échantillon les conditions d'IA en lien avec la fertilité, tout en poursuivant l'étude en ferme des pratiques de détection des chaleurs par les éleveurs.

2.1.2. Déficit énergétique du début de lactation

Les effets de la production laitière sur la réussite à l'IA (Disenhaus *et al.*, 2005, Seegers *et al.*, 2005) sont généralement associés à l'amplitude du déficit énergétique creusé par les besoins en énergie nécessaire pour la production de lait et une capacité d'ingestion limitée après vêlage. Toutefois, l'hypothèse d'un effet de la production laitière indépendant du bilan énergétique a été récemment formulée (Cutullic *et al.*, 2006). La note d'état corporel (NEC) est un indicateur du bilan énergétique facile à mesurer, dont l'évolution peut être comparée à la courbe-objectif établie dans les années 1990 (Augeard *et al.*, 1993). Plus récemment, des profils permettant de discriminer les vaches selon l'évolution de la NEC en début de lactation ont été définis en conditions subtropicales (Tillard *et al.*, 2003). Acquérir des références en France et en ferme sur les profils de NEC en relation avec la production laitière et la parité, puis étudier leurs liens avec la cyclicité, les signes de chaleurs et les performances de reproduction a été l'objet de l'enquête NEC+REPRO (tableau 4).

Tableau 4 : Dispositifs d'enquêtes en ferme mis en place par l'UNCEIA en fonction des thèmes étudiés

Groupes de facteurs	Dispositif d'enquête mis en place	Recueil des données
IA au mauvais moment	- FERTILIA : 135 élevages Prim'Holstein	- Dosages de progestérone dans le lait le jour de l'insémination (J0) et 21 à 23 jours plus tard (J21)
Mortalités embryonnaires	15 EMP*, 2004-05	- IA de retours enregistrés
Taux de gestation	- NEC+REPRO : 10 élevages Prim'Holstein	- constat de gestation (CG) par dosage de PSPB, échographie ou palper
Fécondité	ELIACOOP-FIDOCL-PEP-UNCEIA, 2004-06	
Conditions d'insémination	- ENVN-KEENAN-VET'EL-UNCEIA : 2006-07	Conditions individuelles d'IA (date et heure, contention, technique) enregistrées par les inséminateurs (questionnaire individuel / IAP)
Reprise de cyclicité après vêlage	- FERTILIA	Dosages de progestérone dans le lait
	- NEC+REPRO	- NEC+REPRO : 1 fois / semaine J30-J80 PP
	- ENVN-KEENAN-VET'EL-UNCEIA	- KEENAN : 2 fois / semaine J16-J60 PP
Détection, expression des chaleurs	- FERTILIA	Pratiques (dates et heures de chaleurs, 1 ^{ers} signes observés, confirmation de la chaleur par d'autres signes ou non, appel de l'inséminateur) enregistrées par les éleveurs (1 questionnaire / chaleur)
	- NEC+REPRO	
Déficit énergétique après vêlage	- FERTILIA	Données individuelles de production laitière +
	- NEC+REPRO	- FERTILIA : rationnement (calend. four, complémentation)
	- ENVN-KEENAN-VET'EL-UNCEIA	- NEC+REPRO : suivi mensuel de l'état corporel
		- KEENAN : rationnement, état corporel, poids
Conduite du tarissement	- FERTILIA	Rationnement, durées de tarissement
	- ENVN-KEENAN-VET'EL-UNCEIA	

* (Agire, L'Aigle, Big, Ceia 32, Ceia 65, Ceiam, Ceila, Celvia, Cia 29, Cia 35, Cia 57, Coopelso, Genesia, Genetica, Urco)

2.1.3. Gestion du tarissement

Afin de maîtriser la perte d'état observée en début de lactation chez les multipares, plusieurs auteurs ont récemment rapporté l'importance du tarissement. L'objectif est d'aboutir à un état corporel modéré au vêlage (Roche, 2006) et de préparer le rumen à l'ingestion de rations à haute densité énergétique (Jouany, 2006). En outre, des études récentes ont montré que la durée du tarissement peut être raccourcie (Grummer, 2007). Le troisième objectif des enquêtes a été d'étudier les pratiques de conduite de l'alimentation notamment au tarissement et en début de lactation, de les mettre en relation avec les performances de reproduction et de rechercher les indicateurs permettant de repérer les vaches à « problèmes » (tableau 4).

2.2. LES ENQUETES EN ELEVAGE

2.2.1. IA décalées, mortalité embryonnaire et gestation

Le tableau 5 décrit les taux d'IA au mauvais moment (IAMM, en phase lutéale), de non fécondation ou mortalité embryonnaire précoce (NF-MEP), de phase lutéale

prolongée ou mortalité embryonnaire tardive (PLP-MET) et de gestation (Fréret *et al.*, 2005) dans quatre enquêtes menées depuis 1998 dans des troupeaux Prim'Holstein. Ils sont cohérents, mais avec un taux de PLP-MET un peu plus élevé pour FERTILIA (environ 5 % de plus).

Tableau 5 : Taux d'IAMM, de NF-MEP, de PLP-MET et de gestation dans quatre enquêtes en ferme

N=nombre d'élevages	N	% IA MM	% NF-MEP	% PLP-MET*	% gest.
FECONDETECT	44	4,7	31,6	14,7	42,9
Génoé 1998-1999 (Pinto <i>et al.</i> , 2000)				(25,2)	
Enquête Agire 2002 (Michel <i>et al.</i> , 2003)	48	4,0	34,5	16,7	40,2
				(29,3)	
NEC+REPRO	10	7,3	37,2	15,7	47,8
Eliacoop 2004-2005 (Fréret <i>et al.</i> , 2005)				(25,3)	
FERTILIA	135	4,5	37,2	20,2	45,9
15 CIA 2004-2005 (Fréret <i>et al.</i> , 2006)				(31,1)	

* (%) = incidence

2.2.2. Cyclicité, effets sur les chaleurs et la fertilité

Dans l'enquête NEC+REPRO, cinq profils de cyclicité entre 30 et 80 jours PP ont pu être définis (n = 275) : profil normal (73,5 % des femelles), inactivité ovarienne (7,3 %), interruption de cyclicité (4 %), phase lutéale prolongée (9,5 %) et activité ovarienne désordonnée (5,8 %). Parmi les 73,5 % de femelles présentant un profil normal, 31,6 % ont eu des chaleurs régulières, 16 % des chaleurs vues irrégulièrement et 25,8 % n'ont eu aucune chaleur observée. Les anomalies de cyclicité ont été réparties de

façon comparable chez les primipares et les multipares (Fréret *et al.*, 2005). La présence d'anomalies de la cyclicité PP a été associée à la détection tardive de la première chaleur après vêlage (+25 jours), l'irrégularité des chaleurs détectées avant IA, une mise à la reproduction plus tardive (+15 jours), une fertilité dégradée de 20 points (du fait d'une augmentation de la mortalité embryonnaire tardive, Fréret *et al.*, 2005). Des critères permettant de repérer les femelles ayant des problèmes de cyclicité ont été mis en évidence (tableau 6).

Tableau 6 : Principales caractéristiques des femelles permettant de distinguer les différents profils de cyclicité (Ponsart *et al.*, 2006a)

Profils de cyclicité :	Cyclicité normale		Anœstrus	Cyclicité irrégulière
	Chaleurs régulières	Chaleurs irrégulières ou <i>subœstrus</i>	Pas d'activité ou phase lutéale prolongée	Cycles irréguliers ou traitements
Caractéristiques des femelles :	peu fréquentes		augmentées	
Pathologies PP (métrite, kystes ovariens)	peu fréquentes		augmentées	
Apparition de la 1 ^{ère} chaleur après vêlage	précoce	intermédiaire	tardive	intermédiaire
Chaleurs détectées entre 30 et 80 jours après vêlage	régulières, bien exprimées	risque de chaleur non détectée	rare	irrégulières
Paramètres laitiers (30 jours de lactation)	taux satisfaisants		très hautes productrices	
			fréquence TP/TB < 0,7 ↗	taux ↗
Etat corporel (30 jours de lactation)	ni trop maigres, ni trop grasses		maigres	± grasses

2.2.3. Signes de chaleurs, effets sur le taux d'IAMM

L'IA sur l'observation d'un seul signe non spécifique autre que le chevauchement a conduit à inséminer 10 % des femelles en phase lutéale (Ponsart *et al.*, 2006b, tableau 7). Or, les pratiques notées par les éleveurs montrent que 45 % (NEC+REPRO) à 55 % (FERTILIA) des appels sont effectués suite au repérage d'un seul type de signe (tableau 6) et dans 14 % des cas, ce signe est non spécifique.

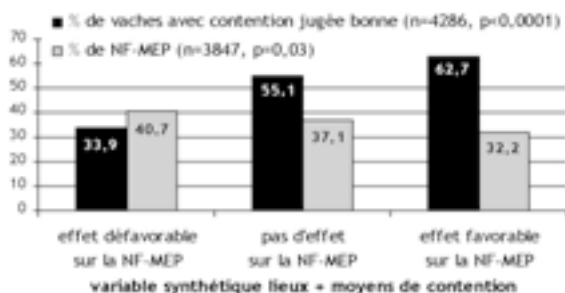
Tableau 7 : Insémination au mauvais moment (IAMM) et taux de gestation selon le signe ayant déclenché l'appel (données FERTILIA non publiées)

Type de signe ayant	IAMM		gestation 45 j	
	%	n	%	n
1 chevauchement (chev)	2,14	748	50,65	620
chev et signes discrets	2,65	226	45,85	205
AC et signes discrets	3,30	697	52,39	607
1 acceptation du chevauchement (AC)	4,03	1739	47,65	1404
plusieurs signes discrets (autres que chev et AC)	6,74	178	40,52	153
1 signe discret (autre que chev et AC)	9,97	582	42,12	444
Total	4,43	4170	47,89	3433

2.2.4. Contention lors de l'insémination, effets sur l'incidence de NF-MEP

Lorsque la contention a été jugée bonne par les inséminateurs, très peu de vaches étaient mal positionnées ou avaient des mouvements gênants pour l'IA (moins de 2 %, Fréret *et al.*, 2006).

Figure 3 : Contention lors de l'IA et taux de NF-MEP



En regroupant les lieux et moyens de contention lors de l'IA selon leurs effets sur la NF-MEP, des situations défavorables

(NF-MEP augmentée : box avec couloir, logette avec vache non attachée, salle de traite) et des situations favorables (NF-MEP diminuée : box avec cornadis, couloir avec anti-recul, étable entravée, logette avec vache tenue par éleveur, vache attachée avec corde/licol) ont été mises en évidence (figure 3).

2.2.5. Etat corporel et production laitière en début de lactation, effets sur la reproduction

Quatre profils d'évolution de l'état corporel entre 0 et 120 jours PP ont pu être identifiés (Ponsart *et al.*, 2005 et 2007) : 1/ vaches en bon état corporel, 2/ vaches en état au vêlage, avec une perte d'état PP importante, 3/ vaches maigres au vêlage avec une reprise d'état rapide, 4/ vaches en état corporel insuffisant. Les profils des multipares ont été en moyenne 1/2 point en dessous de ceux des primipares, 32,7 % de primipares et 65,2 % de multipares ont présenté une note minimale inférieure à 2 (Ponsart *et al.*, 2006c ; 2007), indiquant une trop forte proportion de vaches maigres. NEC+REPRO a mis en évidence des effets marqués de l'évolution de l'état corporel (état corporel insuffisant et / ou perte d'état trop importante) entre 0 et 30 jours ou entre 0 et 60 jours PP sur la plupart des composantes de la reproduction : premières chaleurs après vêlage, cyclicité PP (tableau 8) et risque de NF-MEP (Fréret *et al.*, 2005 ; Ponsart *et al.*, 2007).

Tableau 8 : Indicateurs NEC et production laitière (PL) à 30 j PP

NEC+REPRO	Indicateur	Effet
Dubois <i>et al.</i> , 2006	PL élevée 30 j PP TP/TB < 0,7 30 j PP	↑ anomalies cyclicité
Ponsart <i>et al.</i> , 2007	NEC < 2 30 j PP	
Ponsart <i>et al.</i> , 2006b	Perte d'état 0-30 j PP ≥ 1 pt	↓ expression 1 ^{ères} chaleurs PP
Ponsart <i>et al.</i> , 2007	PL élevée 30 j PP TP/TB < 0,7 30 j PP Perte 0-30 j PP ≥ 1 pt	↑ réformes pour infécondité

Or dès trente jours après vêlage, les évolutions de NEC peuvent donner une bonne indication de l'amaigrissement PP. Les effets de la production laitière (niveau/précocité du pic, taux protéique et butyreux) ont aussi été retrouvés sur la régularité de la cyclicité PP, l'apparition des premières chaleurs après vêlage ainsi que la fertilité (tableaux 8 et 9; Michel *et al.*, 2003, Grimard *et al.*, 2006). L'intérêt des indicateurs TP minimum et rapport TP/TB a été confirmé, dès 30 j PP (tableau 9).

Tableau 9 : Intérêt des indicateurs TP et rapport TP/TB

Étude	Indicateur	Effet
« Étude IA1-IA2 » Seegers <i>et al.</i> , 2005	TP/TB < 0,64	↓ fertilité
NEC+REPRO Ponsart <i>et al.</i> , 2006a	TP minimum < 26 g/kg	↓ expression 1 ^{ères} chaleurs PP
FERTILIA (données non publiées)	TP/TB < 0,7 30 j PP	↑ ancestrus PP ↑ réformes infécondité
	TP minimum < 28 g/kg	↓ fertilité

3. NOUVEAUX OUTILS DE CONSEIL

3.1. BESOINS ET ATTENTES DES ELEVEURS

La conception d'outils d'appui technique centrés sur la reproduction nécessite en préalable de répondre aux questions suivantes : Quels sont exactement les besoins et les demandes des éleveurs ? Y a-t-il correspondance entre l'offre d'outils proposés et les attentes ?

3.1.1. La reproduction préoccupe souvent, mais ne génère pas toujours des demandes d'appui

Les attitudes et attentes des éleveurs de bovins en matière de conseil et d'information varient de la « cueillette » d'informations traitées dans le cadre d'une autonomie fortement revendiquée à la recherche d'une assistance très rapprochée confiée à des experts, en passant par la sollicitation préférentielle des réseaux de pairs ou techniciens (Frappat *et al.*, 2005, Magne *et al.*, 2005). De plus, il existe une grande variabilité dans la façon dont les éleveurs considèrent avoir ou non un problème (Kling-Eveillard, 1994, Tancerel, 2004, Magne *et al.*, 2006). Plusieurs facteurs se combinent, aboutissant fréquemment à un décalage entre les besoins exprimés (demande des éleveurs) et ceux perçus par leurs prescripteurs (figure 4).

Figure 4 : Modalités de conduite de la reproduction influençant les besoins exprimés par les éleveurs



3.1.2. Une large gamme de besoins et d'offres

Les sources d'informations sont nombreuses pour les éleveurs, mais pas toujours suffisantes pour susciter l'intérêt et plus encore modifier une pratique. Tancerel (2004) a observé que 46 à 91 % des soixante-et-onze éleveurs laitiers qu'il a rencontrés mettent en œuvre des pratiques à risque en terme de conduite des génisses, interventions autour du vêlage, détection des chaleurs et contention à l'IA. Parfois liée à un déficit de connaissance ou à l'appréciation erronée de pratiques (aide facile au vêlage, par exemple, Tancerel, 2004), la non application de bonnes pratiques tient plus généralement à une logique propre à l'éleveur, dont l'évolution nécessite de travailler sur les représentations, les motivations et les freins (Dockes *et al.*, 2005). Faire connaître et surtout adopter de bonnes pratiques implique donc de mener une démarche de conviction personnalisée, dans le cadre d'une intervention en exploitation, notamment un audit reproduction ou de formations participatives (opération « Top fécondité » conduite en 1995-96 en Picardie, Kling-Eveillard, 1996).

Un autre axe de conseil est la mise au point d'outils facilitant le suivi de la reproduction. Elle passe par la fourniture régulière et l'explication de bilans de reproduction (dont la présence est souvent peu valorisée faute de discussion avec l'éleveur), par l'émission éventuelle de messages d'alerte (mais le caractère tardif et répété des alertes déplaît à de nombreux éleveurs) et par des services tels que les constats de gestation.

3.1.3. Des freins spécifiques aux appuis reproduction

Aux freins classiquement rencontrés (manque de temps pour accueillir un intervenant, coût de la prestation, caractère trop prescriptif ou impersonnel du service, faible plus-value attendue ou remise en cause des compétences du prestataire, Dockes *et al.*, 2005), on peut ajouter dans le domaine de la reproduction et de l'insémination :

- le fatalisme associé à la dégradation des résultats d'IA, attribuée à la sélection sur la production laitière,
- le caractère multifactoriel de la reproduction qui décourage les éleveurs et va à l'encontre d'une solution simple (médicament, additif alimentaire, Tancerel, 2004),
- le caractère différé et indirect des impacts économiques d'une faible réussite à l'IA (Fourichon *et al.*, 2001),
- le sentiment de remise en cause personnelle des éleveurs sur le cœur de leur métier (Couzy et Dockes, 2007),
- la confiance préférentiellement accordée aux pairs et aux vétérinaires (Garforth *et al.*, 2006, Hauguet, 2004).

Les actions récentes visent à la fois à mieux sensibiliser les éleveurs aux enjeux et bonnes pratiques de la reproduction, à proposer une offre diversifiée d'outils personnalisés et à adapter les méthodes de travail développées au sein des EMP pour suivre l'évolution du métier d'éleveur et les mutations du secteur de l'IA (Hellec *et al.*, 2006).

3.2. LES ACTIONS MISES EN PLACE

La mise en place de nouvelles actions de conseil, conçues dans le cadre du groupe Fertilité Femelle de l'UNCEIA a été précédée d'un bilan de l'existant, certaines entreprises proposant des services de reproduction depuis plus de vingt ans (Hauguet, 2004, tableau 10).

3.3. LES PREMIERS RESULTATS

3.3.1. REPRO Action

REPRO Action est une méthode d'investigation des problèmes de reproduction, proposée pour les troupeaux laitiers (2005) et allaitants (2006). Cette démarche, basée sur la comparaison des résultats de reproduction de groupes de femelles (comme la méthode « Top fécondité ») comporte six étapes formalisées (édition et analyse du bilan, visite de l'élevage, détermination des causes, plan d'action, visite d'évaluation). Début 2006, une première évaluation de la mise en place de REPRO Action laitier a permis d'estimer son développement en 2005 : douze EMP (représentant 46 % des IAP en lait) avaient choisi de développer cette action et formé cent inséminateurs (Goffin, 2006, Frappat *et al.*, 2007). La plupart des EMP ont opté pour une équipe d'inséminateurs spécialisés, travaillant en partenariat avec les contrôleurs laitiers. En 2007, une évaluation technique a été engagée auprès des EMP ayant développé REPRO Action (Lamy, 2007). Le recensement des documents archivés dans sept EMP a permis d'estimer qu'au moins deux cent cinquante-cinq exploitations ont bénéficié de la démarche jusqu'à fin octobre 2006. Pour cent trente-deux élevages audités entre le 01/09/05 et le 31/10/06, les conseils rédigés à l'issue de la visite ont été répertoriés, puis mis en relation avec leur application effective à partir de 105 entretiens téléphoniques avec les éleveurs.

Tableau 10 : Principales actions de conseil et de formation proposées par le groupe Fertilité femelle de l'UNCEIA

Type	Bilan de l'existant *	Actions proposées
Conseil individuel	16 actions recensées (dont 4 évaluées à partir de 88 entretiens individuels*) → privilégier le partenariat entre structures pour donner des messages coordonnés → 1 méthode plébiscitée : à partir d'un bilan précis (logiciel informatique nécessaire), identifier les groupes de vaches ou de périodes à problème → appliquer une démarche standardisée, avec un vrai « tour de l'élevage » et des documents supports pour ne rien oublier → nécessité d'accompagner l'éleveur après l'audit (application des recommandations, évolution des résultats) → pas de méthode adaptée aux élevages allaitants	REPRO Action laitier (2005) et allaitant (2006) → Méthode formalisée d'intervention en élevage, en 6 étapes, aboutissant à un plan d'action personnalisé avec une visite d'évaluation Cible : Troupeaux avec problèmes de reproduction → Etude des logiciels disponibles
Conseil de petit groupe	15 actions de formation ou d'information des éleveurs → éleveurs peu motivés par les réunions d'information descendante → approche concrète et pratique plébiscitée par les éleveurs → réunions d'échanges de pratiques proposées aux jeunes éleveurs par une seule coopérative	Réussir l'IA ensemble (2007) → 2 journées d'échanges de pratiques axées sur la conduite de la reproduction et de l'insémination → Cible : tous éleveurs
Actions de masse	3 séries de 4 à 11 fiches, 4 guides ou manuels proposées par 4 coopératives sur les thèmes suivants : conduite des génisses, hygiène au vêlage, délai de mise à la reproduction, production de semence, détection des chaleurs, conduite de l'IA et contention, production de semence → pas de référentiel complet abordant à la fois la physiologie, la conduite de la reproduction, la conduite de l'élevage et les critères de reproduction	REPRO Guide (2005-2006) → Référentiel sur la reproduction, constitué de 37 fiches recto-verso → Cible : inséminateurs et éleveurs

* effectué à partir du recensement des actions de conseil et de formation proposées par 25 coopératives et de 88 entretiens individuels réalisés dans 4 coopératives proposant 1 action d'intervention en troupeaux laitiers (31 inséminateurs, 26 partenaires de l'action et 31 éleveurs ; Hauguet, 2004)

Globalement, 83 % des éleveurs se sont déclarés satisfaits par les audits réalisés et 73 % considèrent qu'ils ont bénéficié d'un suivi suffisant de la part de leur inséminateur. De plus, 70 % d'entre eux sont d'avis que les résultats de reproduction du troupeau se sont améliorés (nettement pour 40 % des 105 éleveurs).

Tableau 11 : Fréquence et application des 10 conseils les plus souvent formulés pour les vaches laitières (sur 105 audits – étude d'évaluation Repro-Action en cours)

Intitulé du conseil	Fréquence (% des audits en colonne)	Application du conseil (% en ligne)		
		Rapide et complète	Aucune	Différée et/ou partielle
Améliorer l'observation des chaleurs	66	31	28	41
Utiliser des détecteurs de chevauchement ou une caméra	51	47	33	20
Modifier la taille du hachage de l'ensilage	48	50	12	38
Noter les événements de reproduction	43	55	24	21
Revoir la ration des génisses	36	63	13	25
Revoir l'aliment minéral et vitaminé	33	65	31	4
Augmenter les apports de fibres	33	65	13	22
Revoir la densité énergétique de la ration	28	70	19	11
Apporter des substances tampons	26	72	22	6
Revoir l'intervalle vêlage -1 ^{ère} IA	17	82	7	11

La majorité des conseils répertoriés concerne les vaches laitières (61 %) et certains reviennent fréquemment (plus de la moitié des cas, tableau 11). Au total, 59 % des conseils ont été appliqués de façon durable et complète. Il est intéressant de noter que la recommandation la plus fréquente, l'amélioration de l'observation en vue de la détection des chaleurs est aussi celle qui est le moins souvent suivie d'application. A l'inverse, les modifications proposées sur la gestion de l'intervalle vêlage-1^{ère} IA sont presque toujours adoptées.

3.3.2. Réussir l'IA ensemble

Réussir l'IA ensemble désigne une formation destinée aux éleveurs. Organisée en 2 journées sur le modèle de réunions participatives alternant exposés et débats, elle donne une large place aux échanges entre éleveurs et avec les animateurs, et réserve les après-midi à des travaux pratiques (anatomie de l'appareil génital en abattoir, séquence en élevage avec tamisage de ration, bousologie et notation d'état corporel). Lors de la première session test organisée en avril 2007, les éleveurs ont particulièrement apprécié les temps d'échanges et les travaux de terrain.

3.3.3. REPRO Guide

Ce référentiel aborde de façon synthétique et illustrée les aspects essentiels de la reproduction bovine, avec trente-sept fiches consacrées à la physiologie, à la conduite de l'IA, à la conduite de l'élevage et aux critères de reproduction. Au total, 2090 exemplaires ont été envoyés à l'ensemble des inséminateurs et aux cadres techniques des EMP, 3300 exemplaires supplémentaires ont été diffusés aux EMP depuis fin 2005 à destination des éleveurs et de leurs partenaires, ainsi qu'à EDUCAGRI à destination de l'enseignement. Dans les EMP, ce guide a été diffusé aux éleveurs, soit comme référentiel proposé par les inséminateurs, soit comme document support dans les formations. Afin de faciliter l'utilisation du REPRO Guide lors de formations, des diaporamas reprenant le contenu de chacune des fiches du guide sont en cours de conception, ce qui devrait aboutir à la réalisation d'un CD-ROM.

CONCLUSION

De nombreuses informations sont disponibles pour quantifier et qualifier les performances de reproduction : au niveau national (estimation et diffusion de valeurs génétiques fertilité femelle pour les taureaux d'IA, détection de marqueurs génétiques) comme au niveau de l'élevage (suivi phénotypique de la reproduction, logiciels d'analyse des performances de reproduction). L'utilisation de ces outils récents permet d'actionner les leviers génétiques et d'identifier les pratiques d'élevage reliées à la reproduction. Du point de vue génétique, les avancées obtenues en génomique permettront sans doute dans les prochaines années de « tester » plus précisément les aptitudes fonctionnelles des femelles. Les améliorations de l'évaluation génétique de la fertilité, l'enrichissement possible des données utilisées pour cette évaluation par des

informations complémentaires, issues de la génomique ou recueillies dans les élevages, sont des avancées visant à fiabiliser les index fertilité femelle des taureaux d'IA. Des choix pertinents de reproducteurs qui prennent en compte la fertilité, aux différentes étapes des programmes de sélection ou au sein des élevages, sont un moyen de participer au redressement des performances de reproduction, conjointement à la mise en oeuvre d'une conduite appropriée. Pour résoudre les problèmes liés à la conduite du troupeau, une priorité est d'amener l'éleveur à appliquer des pratiques visant à optimiser la conduite de la reproduction. Proposer alors une large palette d'outils de suivi, de conseils et de formation est indispensable, afin de toucher les différents profils d'éleveurs et de les sensibiliser progressivement. Ainsi, l'acquisition d'informations sur la détection des chaleurs, l'évolution de la NEC et les conditions d'IA a permis d'actualiser les recommandations en conditions d'élevage. Faire participer les éleveurs aux enquêtes de terrain facilite aussi l'appropriation des résultats par les pairs. Toutefois, certains domaines comme la détection des chaleurs restent problématiques. D'une part, l'ensemble des enquêtes montre que l'application des recommandations est peu suivie dans ce domaine. D'autre part, il est difficile à l'échelle d'un troupeau de différencier précisément les problèmes d'expression de ceux de détection, et de mesurer l'impact économique d'une détection insuffisante. Les pistes d'amélioration dans ce domaine passent donc soit par la mise au point de méthodes de détection permettant d'améliorer l'efficacité de l'observation visuelle, voire de s'en affranchir, soit par une conduite de la reproduction « en lots » (avec des méthodes acceptables pour les éleveurs, les techniciens et les consommateurs) ou encore par l'acquisition de références économiques d'aide à la décision. Enfin, les aspects sanitaires, qui n'ont pas été évoqués dans cet article sont un autre champ à explorer. La diversité des maladies susceptibles d'affecter la reproduction rend difficile l'acquisition des connaissances dans ce domaine. Toutefois, une bonne compréhension des problèmes de reproduction nécessite la prise en compte d'une valence sanitaire dans la palette des outils.

Les auteurs remercient les éleveurs, les EMP ayant participé aux enquêtes, les organismes ayant financé ces projets (APIS-GENE, CNE, Ministère de l'Agriculture (CASDAR), Office de l'élevage, PEP Rhône-Alpes) et les étudiants ayant réalisé leur mémoire de fin d'études (J. Goffin, J. Levert, S. Schwob, M. Tancerel) et thèses vétérinaires (V. Congnard, C. Degien, E. Hauguet, L. Lamy, T. Léger, A.S. Ouvry).

Augeard P., Bernard L., Carreau M., Champion H., Chénais F., Dubin L.-M., Durand G., Kérouanton J., Losq G., Mathieu Y., 1993. Courbes objectif d'état d'engraissement des vaches laitières. Institut de l'Elevage, 4 p.

Barbat A., Druet T., Bonaiti B., Guillaume F., Colleau J.-J., Boichard D., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 137-140

Basso B., Fritz S., Druet T., Guillaume F., Rossignol M.-N., Amigues Y., Gabriel R., Sellem E., Salas-Cortes L., Humblot P., Druart X., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 145-1

Chevallier A., Fréret S., 2005. Plaquette 4 pages, enquête URCO-CL37-CL79

Couzy C., Dockes A.-C., 2007. Renc. Rech. Rum. 14, 397-400

Cutullic E., Delaby L., Causeur D., Disenhaus C., 2006. Renc. Rech. Rum., 13, 269-272

Disenhaus C., Grimard B., Trou G., Delaby L., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 125-136

Disenhaus C., Kerbrat S., Philippot J.-M., 2003. Journée Bovine Nantaise, 94-101

Dockès A.-C., Bousquet D., Frappat B., Guillaumin A., Kling-Eveillard F., Villaret A., Madeline Y., 2005. Concevoir et animer une action de conseil collectif. Technipel collection Méthode et outils. 112 p.

Dubois P., Fréret S., Charbonnier G., Humblot P., Ponsart C., 2006. Renc. Rech. Rum., 13, 295

Fourichon C., Seegers H., Bareille N., Beaudeau F., 2001. Renc. Rech. Rum., 8, 137-143

Frappat B., Dockès A.-C., Lacour C., Souquet C., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 69-72

Fréret S., Charbonnier G., Congnard V., Jeanguyot N., Dubois P., Levert J., Humblot P., Ponsart C., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 149-152

Fréret S., Ponsart C., Rai D.B., Jeanguyot N., Paccard P., Humblot P., 2006. Renc. Rech. Rum., 13, 281-284

Fritz S., 2005. La sélection en bovins laitiers à l'horizon 2010, Institut de l'élevage, Paris, 2005

Garforth C., Mac Kemey K., Rehman T., Tranter R., Cooke R., Park J., Dorward P., Yates C., 2006. *Livestock science*, 20, 11 p

Goffin J., 2006. Evaluation de la mise en place de REPRO Action laitier. Mémoire de fin d'étude de l'ISAB, 111 p.

Grimard B., Fréret S., Seegers H., Ponsart C., Chevallier A., Pinto A., Humblot P., 2004. Journée Bovine Nantaise, 144-145

Grimard B., Disenhaus C., 2005. Le Point Vétérinaire, 16-21

Grimard B., Fréret S., Chevallier A., Pinto A., Ponsart C., Humblot P., 2006. *Anim. Reprod. Sci.*, 91, 31-44

Grummer R.R., 2007. *Theriogenology*, 68, S281-S288

Hauguet E., 2004. Evaluation des actions de conseil en matière de reproduction menées dans les élevages bovins laitiers par les coopératives d'insémination animale. Thèse Doc. Vét., Nantes. 106 p.

Hellec F., Lémery B., Compagnone C., 2006. Les coopératives d'insémination animale et l'évolution de leurs activités. INRA Département Sciences pour l'Action et le Développement. 22 p

Humblot P., 2001. *Therio.*, 56, 1417-1433

INRA-Institut de l'Elevage, 2007. IBL 2007-4

Institut de l'Elevage, 2005. Les constats de gestation réalisés par les centres de mise en place en France. Situation au 01/10/2005. CR 010579145, 13 p.

Institut de l'Elevage, 2007a. Bilan génétique de l'insémination animale en races bovines laitières, CR 010772049, 54 p.

Institut de l'Elevage, 2007b. Les constats de gestation : description, fiabilité et représentativité, CR 010772030, 36 p.

Jouany J.P., 2006. *Anim Reprod Sci.*, 96, 250-264

Kling-Eveillard F., 1994. Etude exploratoire sur la fécondité des cheptels laitiers. 58 p

Kling-Eveillard F., 1996. Evaluation de la campagne Top fécondité 95-96 en Nord-Picardie. Synthèse. 10 p.

Lamy L., 2006. Thèse Doc. vét., Nantes (sous presse)

Ledoux D., Humblot P., Constant F., Ponter A.-A. et Grimard B., 2006. Le Point Vétérinaire, 50-55

Magne M.-A., Couzy C., Cerf M., Ingrand S., 2007. Renc. Rech. Rum., 13, 63

Magne M.-A., Couzy C., Ingrand S., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 65-70

Michel A., Ponsart C., Fréret S., Humblot P., 2003. Renc. Rech. Rum., 10, 131-134

Pinto A., Bouca P., Chevallier A., Fréret S., Grimard B., Humblot P., 2000. Renc. Rech. Rum., 7, 213-216

Ponsart C., Dubois P., Levert J., Fréret S., Jeanguyot N., Charbonnier G., Congnard V., Humblot P., 2005. Journée Bovine Nantaise, 98-101

Ponsart C., Fréret S., Charbonnier G., Dubois P., Humblot P., 2006a. Bull. Tech. de l'IA, 120, 33-39

Ponsart C., Fréret S., Charbonnier G., Giroud O., Dubois P., Humblot P., 2006b. Renc. Rech. Rum., 13, 273-276

Ponsart C., Léger T., Dubois P., Charbonnier G., Fréret S., Humblot P., 2006c. Renc. Rech. Rum., 13, 288

Ponsart C., Dubois P., Charbonnier G., Léger T., Fréret S., Humblot P., 2007. Journées Nationales GTV, Nantes, 347-354

Roche J.-F., 2006. *Anim. Reprod. Sci.*, 96, 282-296

Seegers H., Beaudeau F., Blossé A., Ponsart C., Humblot P., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 141-144

Tancerel S., 2004. Les pratiques de reproduction en élevage bovin laitier : état des lieux et perspectives d'amélioration, Mémoire de fin d'études d'ingénieur ISAB. 149 p.

Thomas N., 2003. Rapport de stage IUT Bretagne sud, étude CIA35

Tillard E., Humblot P., Faye B., 2003. Renc. Rech. Rum., 10, 127-130