

Evaluation rétrospective de la qualité de la détection des chaleurs en troupeau bovin laitier à partir de données déjà disponibles

Henri Seegers, Didier Billond, Emmanuelle Bossard-Apper, Claire Ponsart, Pierre Paccard, Catherine Disenhaus, Julie Gatien, Pascal Salvetti, Bénédicte Grimard, Audrey Chanvallon, et al.

► To cite this version:

Henri Seegers, Didier Billond, Emmanuelle Bossard-Apper, Claire Ponsart, Pierre Paccard, et al.. Evaluation rétrospective de la qualité de la détection des chaleurs en troupeau bovin laitier à partir de données déjà disponibles. 17èmes Rencontres Recherches Ruminants, Dec 2012, Paris (FR), France. hal-00729505

HAL Id: hal-00729505

<https://hal-agrocampus-ouest.archives-ouvertes.fr/hal-00729505>

Submitted on 26 Mar 2013

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

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

Evaluation rétrospective de la qualité de la détection des chaleurs en troupeau bovin laitier à partir de données déjà disponibles

SEEGERS H. (1), BILLON D. (1), BOSSARD-APPER E. (2), PONSART C. (3), PACCARD P. (4), DISENHAUS C (5), GATIEN J. (3), SALVETTI P. (3), GRIMARD B. (6), CHANVALLON A. (1), BAREILLE N. (1)

(1) UMT Santé des Troupeaux Bovins, UMR BioEpAR ONIRIS-INRA, INSTITUT DE L'ELEVAGE, BP 40706, 44307 Nantes Cedex 03

(2) UR Systèmes d'Elevage, Groupe ESA, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01

(3) UNCEIA R & D, 13 rue Jouët, 94703 Maisons-Alfort Cedex

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

(5) UMR Production du lait INRA-AGROCAMPUS Ouest, 32 Rue de St Briec, 35042 Rennes Cedex

(6) UMR Biologie du développement et de la reproduction, INRA-ENVA, 7 Av. de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort Cedex

RESUME

L'objectif de l'étude était de proposer et évaluer une méthode d'estimation de la qualité de la détection des chaleurs dans un troupeau laitier en se basant sur de l'information objective facilement accessible (dates de vêlage et d'insémination). La première étape a reposé sur le développement d'un modèle de simulation de troupeau laitier. Celui-ci représente les processus biologiques de reproduction (reprise de cyclicité, détectabilité des ovulations, fertilité, mortalité embryonnaire et fœtale, ...) ainsi que les éléments de conduite d'élevage (détection des chaleurs, délai postpartum minimum pour inséminer, stratégie de réforme, ...). Ce simulateur a permis de générer des résultats de reproduction (tels que ceux qu'on peut trouver dans les bilans de reproduction) pour des scénarios où avaient été choisis des niveaux variables de sensibilité et de spécificité de la détection en combinaison avec des niveaux variables d'autres paramètres (comme la fertilité, la production laitière, et/ou les règles de conduite du troupeau). La deuxième étape a consisté en une analyse des sorties des simulations par régression multiple pas à pas pour exprimer des équations de prédiction de critères de qualité de détection en fonction des critères présents dans les bilans classiques et de quelques critères supplémentaires exprimés à partir des données permettant de calculer ces bilans. Les critères de qualité de détection prédits sont le % de chaleurs détectables détectées (avant 1^{ère} IA, et après 1^{ère} IA) et le % d'inséminations en l'absence de chaleurs. La troisième étape a consisté à appliquer ces formules de prédiction à un jeu de données provenant de plusieurs milliers d'exploitations pour examiner de manière critique la distribution des résultats estimés. La méthode utilisée a effectivement permis de produire des estimations largement plausibles. Un test d'évaluation complémentaire de la méthode est en cours. D'ores et déjà, une évaluation sur une échelle semi-quantitative semble être l'utilisation à préconiser pour les intervenants en exploitation plutôt que l'usage de valeurs chiffrées très précises. Cette méthode peut aussi servir à cibler des exploitations pouvant faire l'objet de propositions d'analyse-diagnostic plus approfondi.

Retrospective assessment of accuracy of heat detection in a dairy herd, using existing data

SEEGERS H. (1), BILLON D. (1), BOSSARD-APPER E. (2), PONSART C. (3), PACCARD P. (4), DISENHAUS C (5), GATIEN J. (3), SALVETTI P. (3), GRIMARD B. (6), CHANVALLON A. (1), BAREILLE N. (1)

(1) UMT Santé des Troupeaux Bovins, UMR BioEpAR ONIRIS-INRA, INSTITUT DE L'ELEVAGE, BP 40706, 44307 Nantes Cedex 03

SUMMARY

The objective was to produce and evaluate a method to assess the accuracy of heat detection in a dairy herd, using objective and available data (mainly calving and insemination dates). A first step relied on a simulation model of a dairy herd. This model represented the biological processes involved in reproduction (cyclicity resumption, detectability of ovulations, conception rate, embryonic and foetal deaths...) and managerial processes (heat detection, submission rules, culling decisions...). The simulation tool was used to generate performance summary-results (like in a herd fertility report) for scenarios where different and known levels of sensitivity and specificity of heat detection were combined with different levels for other parameters (especially for milk yield and conception rate) and managerial rules. At second step, the simulation outcomes were analysed with stepwise multiple regression models to obtain prediction equations for the accuracy criteria, using as predictors the criteria present in a classical fertility report and some additional ones). Accuracy criteria used were the % of detectable heats detected (for submission to 1st AI and for return AIs) and the % of AI outside of the ovulation period. At third step, these prediction equations were applied to a dataset to examine critically the distribution of estimated accuracy criteria in a population of several thousands of farms. Estimates produced were almost considered plausible. A complementary test of the method is ongoing. However, from now it seems already recommendable to use of estimates on a semi-quantitative scale rather than precise values for field work. This method can also be used to target farms for offering an audit.

INTRODUCTION

L'investigation en matière d'origine de médiocres performances de fertilité/fécondité pour un troupeau laitier est un exercice délicat. Il est notamment difficile de quantifier la contribution des défauts de détection des chaleurs, et de la hiérarchiser par rapport aux autres causes susceptibles d'être à l'origine des problèmes de fertilité/fécondité. L'identification des vaches en œstrus repose sur deux composantes qui interagissent : la détectabilité des œstrus et la méthode de détection mise en œuvre.

La détectabilité dépend de l'intensité et de la fréquence d'expression des signes comportementaux plus ou moins spécifiquement associés à l'œstrus. La détectabilité est en fait variable (de l'absence complète des signes à l'acceptation répétée de chevauchements) et globalement très diminuée chez les vaches Holstein fortes productrices (Cutullic et al., 2009). La sensibilité de la méthode de détection mise en œuvre (observation, recours à des dispositifs d'aide à la détection, ...), définie par la proportion d'animaux exprimant des signes détectables qui sont effectivement détectés est un indicateur de sa qualité intrinsèque. On comprend que les situations où la détectabilité est nulle doivent être exclues du calcul de cette proportion et aussi que la sensibilité dépend en fait de l'intensité et de la fréquence des signes exprimés, la même technique étant plus performante dans les situations d'expression marquée. Un indicateur complémentaire de qualité intrinsèque d'une méthode de détection est la spécificité, c'est à dire la proportion d'animaux considérés comme non en chaleurs parmi ceux qui ne le sont effectivement pas.

Il est probable, que dans un certain nombre de situations de terrain, la détection des chaleurs soit mise en cause un peu trop rapidement et surtout que les éleveurs ne soient pas convaincus de l'existence d'une marge de progrès. Une analyse d'audits conduits dans des exploitations à problèmes de l'Ouest a ainsi montré que, dans 2 cas sur 3, la recommandation d'améliorer la détection des chaleurs faisait partie des conseils figurant dans le rapport d'audit (Ponsart et al., 2007). La même étude montre aussi que seuls 31 % des éleveurs ayant reçu cette recommandation ont modifié rapidement leurs pratiques en la matière.

Il est donc nécessaire de disposer de méthodes permettant d'évaluer, avec une bonne fiabilité, la qualité de la détection en exploitation à problèmes de fécondité. L'approche de la sensibilité, par les critères calculés sur la base de venues en chaleurs impeccables tous les 21 jours (Fetrow et al., 1990), telle que répandue en Amérique du Nord, est aujourd'hui peu adaptée dans les troupeaux Holstein, ne serait-ce que par la répartition des durées des cycles des vaches (Disenhaus et al., 2008). L'évaluation de la sensibilité de la détection par questionnaire sur les pratiques et recours aux outils d'appui à la surveillance ou encore par observation de facteurs de risque (Seegers et Grimard, 2007), se heurte quant à elle, à l'usage, à bien des limites. La spécificité est souvent abordée à partir des proportions d'intervalles entre IA très courts, mais sans qu'une interprétation aboutissant à une qualification précise ne soit utilisée.

L'objectif de l'étude était donc de proposer une nouvelle méthode d'évaluation de la qualité de la détection des chaleurs dans un troupeau laitier en se basant sur de l'information objective et déjà disponible en exploitation : les données à l'origine des critères calculés dans les bilans de reproduction (soit certains critères classiques déjà calculés, soit des critères calculables à partir de telles données). Pour rester pragmatique et compréhensible par les acteurs professionnels, la qualité est représentée par la sensibilité (% de chaleurs détectables détectées) et par le % d'inséminations faites en dehors des périodes d'ovulation (en

fait le terme complémentaire à la valeur prédictive positive), qui est fortement dépendant de la spécificité.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. DEMARCHE GLOBALE

Les travaux rapportés ont été articulés de la manière suivante :

- (1) génération d'un jeu de résultats de simulation pour des scénarios où la qualité de la détection fait partie des paramètres d'entrée ;
- (2) production d'équations de prédiction des critères de qualité par régression pas à pas à partir des résultats simulés ;
- (3) première validation partielle par étude critique de la distribution des valeurs estimées à l'aide des équations ci-dessus pour un jeu de données fourni par plusieurs coopératives d'IA ;
- (4) *étape en cours non rapportée ici* : confrontation des niveaux estimés pour les critères de qualité de détection avec les avis des inséminateurs intervenant dans environ 300 exploitations.

1.2. GENERATION DE RESULTATS DE SIMULATIONS OU LA QUALITE DE DETECTION FAIT PARTIE DES PARAMETRES D'ENTREE

1.2.1. Modèle de simulation

Un modèle de simulation bio-économique individu-centré, initialement conçu pour l'étude des mammites (Seegers et al., 2006), a été étendu pour prendre en compte plus complètement les processus biologiques en matière de reproduction et intégrer la prise en compte détaillée des qualités intrinsèques des pratiques de détection.

Ont notamment été révisés ou introduits les processus suivants, avec une approche stochastique : reprise de cyclicité et occurrence des premières ovulations post-partum, occurrence d'anomalies de reprise de cyclicité (anœstrus et anomalie générant des décalages longs entre 2 ovulations, en fonction de la production laitière) ; affectation de niveaux d'expression de signes d'œstrus plus ou moins détectables aux ovulations (en fonction des jours écoulés depuis le vêlage, du rang d'ovulation et de la production laitière, et le nombre de vaches en chaleurs simultanément) ; fertilité dépendante (en fonction des jours écoulés depuis le vêlage, du rang d'ovulation et de la production laitière).

Ont notamment été révisés ou introduits les éléments de qualité des pratiques suivants : sensibilité et spécificité de la détection en vue de la première IA, sensibilité et spécificité de la détection en détection lors de la surveillance des retours. Des niveaux de sensibilité différents sont associés à différents niveaux d'expression de signes d'œstrus.

1.2.1. Scénarios simulés

L'expérimentation par simulation repose sur 384 scénarios différents appliqués sur 3 campagnes annuelles (200 réplifications) et constitués comme décrit ci-dessous.

Exploitations

Les 8 types d'exploitations simulées sont définis par 2 niveaux de taille de troupeau (45 à 50 vs. 90-100 vaches), 2 niveaux de production (5500 vs. 9500 kg/vache et par an), et le caractère regroupé ou étalé des vêlages (regroupement à 75 % en vêlages de mi-juillet à mi-novembre vs. absence d'objectif en la matière).

Qualité de détection

Les 8 niveaux comparés sont définis par 2 niveaux de sensibilité de la détection en vue de la première IA dénommée DET1 (référence à 70% des chaleurs détectables détectées vs. réduction à 37%), 2 niveaux de sensibilité de la détection en surveillance des retours dénommée DETR (référence à 70% des chaleurs détectables détectées vs. réduction à 37 %), et 2 niveaux de % d'IA hors période d'ovulation dénommé IAHO (1 % vs. augmentation à 13 %).

Anomalies de cyclicité et expression des chaleurs

Les 3 niveaux sont définis en combinaison : bonne expression de signes d'œstrus lors des ovulations (déteabilité de 85%) et peu d'anomalies (20%) ; expression moyenne (déteabilité de 75%) et fréquence moyenne d'anomalies (35%) ; mauvaise expression (déteabilité de 70 %) et fréquence élevée d'anomalies (50%)

Fertilité intrinsèque

Deux niveaux de fertilité dite intrinsèque (c.a.d. ici non dépendante de la détection) sont simulés : 50 et 25%.

1.3. PRODUCTION DES EQUATIONS DE PREDICTION

Les équations de prédiction des critères de qualité ont été obtenues par des régressions pas à pas sur les résultats simulés qui permettent de calculer les indicateurs utilisés comme variables indépendantes.

1.3.1. Indicateurs utilisés comme candidats prédictifs

A partir de résultats élémentaires des simulations, les indicateurs suivants sont calculés :

- (1) *des critères classiques de bilan de reproduction* selon leurs définitions usuelles (Bareille et Seegers, 2008) : intervalle moyen entre vêlage et 1^{ère} IA (VI1), intervalle moyen entre vêlage et Insémination fécondante (VIF), taux de réussite en première insémination, nombre d'inséminations par insémination fécondante, ainsi que les proportions de classes d'intervalles entre IA ;
- (2) *des critères additionnels calculables avec les données servant à calculer le bilan de reproduction* : l'écart-type de VI1 et l'écart-type des dates de vêlage, qui reflètent la sensibilité de détection et qui permettent d'intégrer, au moins partiellement, un effet des venues en chaleurs simultanées ;
- (3) *d'autres indicateurs accessibles ou calculables aussi* : la production de lait par vache, le nombre moyen de vaches présentes-année, le délai minimum respecté entre le vêlage et la 1^{ère} IA qui est retranché à la moyenne de VI1. Les hypothèses associées sont de prendre en compte le fait que niveau de production influence l'expression et la fertilité. Le délai minimum entre vêlage et 1^{ère} IA permet de travailler avec la partie effectivement « utile » de l'information apportée par VI1. La taille du troupeau peut aussi influencer le nombre de vaches avec de chaleurs simultanées.

1.3.2. Régressions testées

Le plan de travail visait à tester les régressions pas à pas à partir du plus grand nombre de variables disponibles et ayant une association considérée a priori comme plausible (Tableau 1). Les équations ont été exprimées globalement pour l'ensemble des sorties de simulation générées et aussi pour chacun des 3 niveaux de prévalence d'anomalies de reprise de cyclicité et d'expression des chaleurs.

Toutefois, des équations de régression simplifiées n'utilisant comme variables indépendantes candidates que celles directement et couramment disponibles dans les bilans de reproduction ont aussi été exprimées pour pouvoir pratiquer rapidement les premières confrontations aux données ou aux avis d'inséminateurs.

1.4. CONFRONTATION DES EQUATIONS DE PREDICTION A UN JEU DE DONNEES FOURNIES PAR DES COOPERATIVES D'INSEMINATION

Les équations de prédiction simplifiées ont été appliquées à un jeu de données composé de 47 590 bilans de reproduction calculés pour des campagnes annuelles 2003-04 à 2006-07 sur des exploitations possédant un troupeau très majoritairement Prim'Holstein et adhérant à des coopératives d'IA du Sud-Ouest et de l'Ouest ainsi qu'au Contrôle laitier. Ce jeu de données est le produit d'un jeu initial plus grand et qui a fait l'objet d'un minimum d'éliminations (troupeaux affectés de grandes instabilités

d'effectifs, campagnes avec moins de 20 IA1 sur vaches, autres valeurs aberrantes, ...).

L'examen critique de la distribution des valeurs prédites pour DET1, DETR et IAHO a été effectué en considérant plus particulièrement les moyennes médianes, quartiles et valeurs extrêmes. La grille de lecture suivante avait été définie a priori par les auteurs. DET1 et DETR devraient être compris entre 0 et 100%, avec une distribution légèrement dissymétrique à gauche, pour des valeurs de moyenne de 60-65%, de médiane de 55-60%, de 1^{er} quartile de 40-45%, et de 3^e quartile de 75-80%. Par ailleurs, il était prévu de réaliser un examen des données de base à l'origine de valeurs prédites extrêmes (proches de 0 ou 100 %). IAHO était attendu comme compris entre 0 et 25% et centré sur 7%.

Seuls les résultats obtenus avec les équations simplifiées et correspondant à des situations non spécifiées de prévalence des anomalies de cyclicité et d'expression des chaleurs ont pu être confrontés pour le moment.

Tableau 1. Variables indépendantes testées et retenues dans les régressions pas à pas

Variable indépendante	Variable dépendante		
	DET1	DETR	IAHO
Ecart-type des dates de vêlage	R	R	T
VI1- valeur mini	R	T	R
Ecart-type VI1	R	T	R
VIF	nt	T	R
Taux de réussite 1 ^{er} IA	R	R	T
Nombre d'IA/IA fécondante	nt	R	R
% intervalles entre IA <18j	T	R	R
% intervalles entre IA 18j-26j	R	R	R
% intervalles entre IA 27j-36j	R	T	T
% intervalles entre IA 37j-52j	R	R	R
Nombre de vaches présentes	R	T	T
Production/vache-année	R	R	R

R : testée et retenue ; T : testée et non retenue ; nt : non testée

2. RESULTATS

2.1. EQUATIONS OBTENUES

Les équations complètes incluent un grand nombre de variables indépendantes parmi celles testées (Tableau 1) et les dernières entrées dans la régression pas à pas apportent souvent peu de valeur informative. Les valeurs de R² atteintes sont dans l'ensemble élevées et varient de 0,83 à 0,97. Les équations simplifiées incluent au moins 3 variables. Les valeurs de R² atteintes varient de 0,79 à 0,92.

2.2. CONFRONTATION AUX DONNEES

Les figures 1 à 3 représentent la distribution des estimations faites à l'aide des données issues des coopératives. La plupart des valeurs obtenues se situent dans le profil de variabilité attendu sur la base de l'expertise des auteurs, quant aux valeurs des quartiles 1 et 3.

Les valeurs moyennes et médianes pour DET1 et DETR sont respectivement d'environ 60 et 44%, et donc faibles pour DETR, ce qui n'était pas attendu. Les valeurs médiane et moyenne de IAHO prédites sont proches l'une de l'autre, autour de 7,4%. Toutefois, certaines valeurs sortent parfois de l'étendue possible ou plausible : 3,4% de valeurs >100 et 1,2% de valeurs <0 pour DET1 ; 1,4% de valeurs >100 et 3,2% de valeurs <0 pour DETR ; 5,4% de valeurs <0 et 1,8% >25% pour IAHO. Après vérification des données élémentaires, il ressort, que ces situations correspondent à des situations de troupeau très extrêmes (très bons résultats ou très mauvais résultats sur tous les critères de reproduction pour les 4/5, et à des valeurs incohérentes dans les bilans produits et non repérés initialement pour les autres).

DISCUSSION

Les résultats exposés sont partiels et les valeurs estimées sont basées sur des équations de prédiction simplifiées n'exploitant pas encore tout le potentiel représenté par les données a priori accessibles dans les exploitations. L'utilisation appliquée prévue dans l'outil développé dans le cadre du projet CAS-DAR Detœstrus comporte une phase préliminaire d'évaluation de la qualité de l'expression des chaleurs et de la reprise de cyclicité, puis l'utilisation d'équations différentes selon les situations.

Lors de la confrontation aux données présentée ici, quelques valeurs manifestement aberrantes sont obtenues, mais avec une fréquence qui reste limitée et une interprétation qui indique plus un possible problème d'échelle que des erreurs manifestes. Ainsi, par exemple, les valeurs estimées légèrement supérieures à 100% pour la détection en surveillance des retours correspondent bien à d'excellents résultats de reproduction sur la campagne considérée.

Les niveaux moyens de sensibilité et de % d'IA hors périodes d'ovulation prédits sont dans l'étendue de ce qui est habituellement admis, sans toutefois que des valeurs produites sur un large échantillon ne soient disponibles. Les seules données françaises obtenues en exploitations commerciales en la matière se limitent pratiquement à celles sur les IA hors périodes d'ovulation recensées par Ponsart et al. (2007) et qui allaient de 4,0 à 7,3%. Un biais d'observation affecte toutefois ce genre de résultats qui n'est pas complètement généralisable et probablement des sous-estimations par rapport à la population générale. Dans l'étude de Ponsart et al. (2006), la proportion de femelles inséminées au mauvais moment variait de 1 à 19 % selon les exploitations et dépendait de la méthode de détection des chaleurs.

Sur les valeurs estimées à partir du jeu de données, l'écart de sensibilité moyenne entre la détection en vue de la 1^{ère} IA et celle de la surveillance des retours reste un constat difficile à confronter à des éléments existants. L'hypothèse d'un effet de type excès de confiance des éleveurs après la période des retours à 3 semaines peut toutefois être avancée.

Une autre contribution à la validation partielle de la méthode est en cours par confrontation d'estimations de niveaux semi-quantitatifs à des évaluations d'inséminateurs pour un échantillon de 300 exploitations sur la dernière campagne.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La méthode proposée a obtenu de premiers éléments de validation partielle et sera encore améliorée en augmentant le nombre d'informations intégrées. D'ores et déjà, une utilisation d'estimations sur une échelle de niveaux semi-quantitatifs semble constituer le mode à privilégier. Les intervenants et conseillers peuvent ainsi, en amont ou lors de leurs opérations en exploitation, disposer d'une estimation rationalisée de la qualité de la détection dans cette exploitation. La méthode développée va être intégrée dans l'outil de diagnostic-conseil qui constitue une des productions finales du projet CAS-DAR Detœstrus. Cette méthode peut aussi servir à cibler a priori à partir des bases de données disponibles dans les entreprises de mise en place, des exploitations pouvant faire l'objet de propositions d'analyse-diagnostic plus approfondi.

Projet réalisé dans le cadre du projet DETŒSTRUS (bénéficiant d'un financement CAS-DAR 2007-2010).



Très sincères remerciements aux différents étudiants ayant contribué au travail (Guillaume, Julie, Jean-Charles, Anaïs)

Figure 1. Valeurs prédites pour le % de chaleurs détectables détectées jusqu'à la 1^{ère} IA

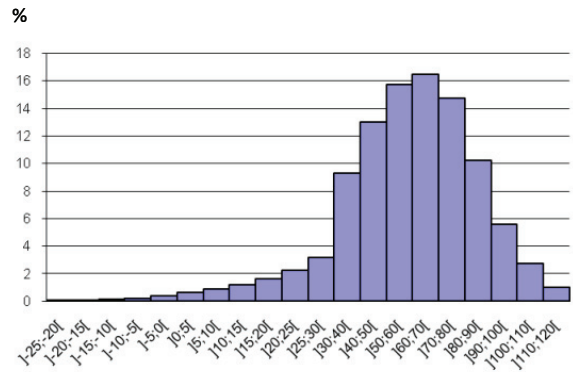


Figure 2. Valeurs prédites pour le % de chaleurs détectables détectées en surveillance des retours

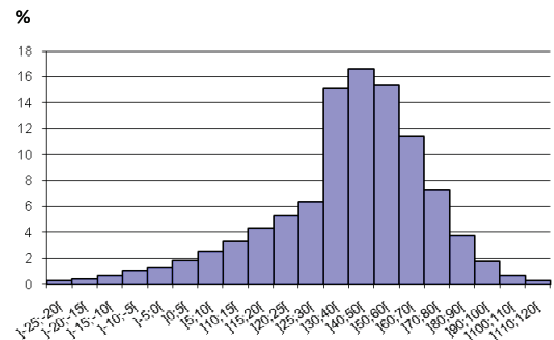
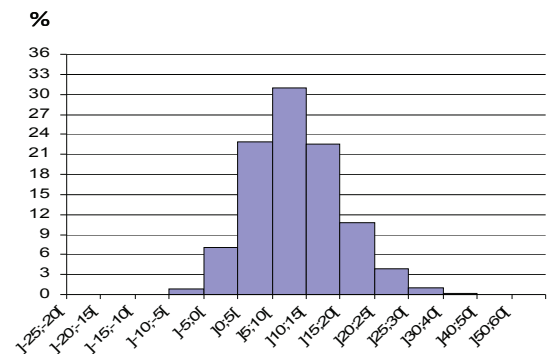


Figure 3. Valeurs prédites pour le % d'IA hors période d'ovulation



Bareille, N., Seegers, H., 2008. Journées Nationales SNGTV, Nantes, 28-30 mai, 515-519.
 Cutullic, E., Delaby, L., Causeur, D., Michel, G., Disenhaus, C., 2009. Animal Reproduction Science 113, 1-4, 22-37.
 Disenhaus, C et al., 2008. Renc. Rech. Rum., 15: 383-386.
 Fetrow, J, McLary, D, Harman, R., Butcher, K, Weaver, L., Studer, E., Ehrlich, J, Etherington, W., Guterbock, W, Klingborg, D., reneau, J., Williamson, N., 1990. J. Dairy Sci., 73, 78-90.
 Ponsart, C., Fréret, S., Charbonnier, G., Giroud, O., Dubois, P., Humblot, P., 2006. Renc. Rech. Ruminants, 13, 273-276.
 Ponsart, C., Frappat, B., Le Mezec, P., Fréret, S., Seegers, H., Paccard, P., Humblot, P., 2007. Renc. Rech. Ruminants, 14, 351-358.
 Seegers, H, Grimard, B, 2007. Nouveau Praticien Vet. Elevages & Santé, 5, 63-65.
 Seegers, H, Robert, A., Billon, D., Roussel, P, Sériey, F, Le Guenic, M., Baudet, H., Heuchel, V., Bareille, N., 2006. Renc. Rech. Ruminants, 13, 435-438.