

PARTENAIRE Repro

MAGAZINE D'INFORMATION
EN REPRODUCTION BOVINE DE MSD SANTÉ ANIMALE

MAG

Numéro 19

Au sommaire :

- **Reproscope : l'observatoire de la reproduction des bovins en France**
- **Découverte d'un gène majeur de prolificité chez les bovins**



©M. Saint-Dizier

DOSSIER

LE MONITORING DU VELAGE

SOMMAIRE

03 ÉDITO

04 REPROSCOPE

L'OBSERVATOIRE DE LA REPRODUCTION DES BOVINS EN FRANCE

10 DOSSIER

LE MONITORING DU VÊLAGE

18 PHYSIOLOGIE

DÉCOUVERTE D'UN GÈNE MAJEUR DE PROLIFICITÉ CHEZ LES BOVINS

24 LE SAVIEZ-VOUS ?

QUELQUES CHIFFRES

ÉVOLUER AVEC SES ÉLEVEURS



Quand je me suis installé en 1999 en Franche Comté, la moyenne des troupeaux était d'environ 40 VL et il n'existait aucune exploitation de plus de 100 vaches dans ma clientèle. Aujourd'hui, la moyenne approche les 60 vaches et les exploitations de plus de 100 vaches se multiplient suite à la fusion des structures. Au bilan, le nombre des structures diminue mais le nombre de nos « patientes » reste le même. Cette restructuration influe fortement sur notre activité : la technicité des éleveurs augmente et le nombre d'actes « basiques » diminue.

Dans ce contexte, nous nous devons de proposer de nouveaux services aux éleveurs. L'époque s'y prête :

- La taille des troupeaux augmente beaucoup plus vite que la superficie des bâtiments et ou nombre d'UTH par exploitation.
- Les jeunes éleveurs sont souvent mieux formés que leurs aînés. Ils ont compris l'intérêt de faire appel à des services extérieurs pour faciliter la gestion de leur exploitation.

Le suivi de reproduction constitue le plus souvent la porte d'entrée la plus simple dans l'élevage. Malheureusement, nous ne sommes pas les seuls sur le marché ! Toutes les OPV, les firmes d'aliment et bien sur les systèmes informatisés des machines à traire proposent des services. Pour trouver notre place, nous disposons d'atouts indéniables. Nous jouissons d'un fort capital confiance auprès des éleveurs pour qui nous sommes des interlocuteurs privilégiés. Nos structures sont souvent présentes dans l'élevage depuis plusieurs décennies et notre taux de rotation du personnel est bien moindre que celui de tout autre organisme.

Malheureusement nous souffrons de deux freins principaux : le manque de disponibilité et le manque de confiance.

Mettre en place un service demande du temps de conception et d'information ! Ce sont souvent plusieurs journées (en heures cumulées) de réflexion qu'il faut considérer comme un véritable investissement. Cette perception doit être acceptée comme telle par tous les membres de la clinique.

Il faut également réaménager nos emplois du temps pour pouvoir passer 1/2 journée par mois et par ferme sans être dérangé par une urgence et avoir du temps d'analyse à consacrer à l'élevage à la clinique.

Quant au manque de confiance en notre savoir, c'est un « mal » endémique dans notre profession. Il faut enfin prendre conscience que nos 7 ans d'étude nous propulsent largement au niveau de tout autre intervenant !

La quantité de données disponibles dans les élevages est pléthorique. Il ne reste plus qu'à les exploiter. A l'avenir, notre offre doit encore s'étoffer afin d'apporter des données économiques et zootechniques plus pertinentes.

Une nouvelle ère s'ouvre. A nous d'en être les acteurs plutôt que les victimes !

Dr Jérôme FRASSON,
 Vétérinaire à Champagnole (39)



REPROSCOPE : L'OBSERVATOIRE DE LA REPRODUCTION DES BOVINS EN FRANCE



Fabrice BIDAN
Institut de l'Élevage,
UMT Maîtrise de la santé
des troupeaux bovins

Tout l'enjeu de l'observatoire REPROSCOPE est d'accompagner l'ensemble des éleveurs, mais aussi des intervenants sur des problématiques de reproduction dans les troupeaux bovins laitiers et allaitants. Cet outil facilite le conseil pour les intervenants en élevage par l'accès à des référentiels de performances de reproduction bovine, différenciés selon le profil et/ou des caractéristiques de conduite de la reproduction pour les élevages audités.

Les intervenants en élevage n'ont aujourd'hui que peu de moyens pour suivre l'évolution des performances de reproduction des bovins à l'échelle de la France. Même si certains départements ou régions ont pu développer des outils de conseil souvent très poussés dans ce domaine, ces derniers restent uniquement reliés à des références régionales. La valorisation des données d'élevages stockées dans les bases de données nationales, encore sous-utilisées, permettra d'explorer les performances de reproduction dans l'ensemble des troupeaux français. Au travers des informations enregistrées (naissance, insémination artificielle, mortalité, mouvements d'animaux...) dans la BDNI et du SNIG⁽¹⁾, 20 performances de reproduction sont calculées autour de la fécondité, de la fertilité, des naissances, des génisses et des vaches improductives en termes de reproduction.

Un espace REPROSCOPE sur www.idele.fr

Un espace dédié à REPROSCOPE est accessible gratuitement sur le site de l'Institut de l'Élevage dans la rubrique « Réseaux et partenariats ». Plusieurs rubriques y figurent dont l'accès à l'observatoire en ligne. En cliquant sur ce lien, on accède à une plate-forme permettant de réaliser la sélection. En effet, l'observatoire permet d'explorer des performances de reproduction avec différentes dimensions d'exploration, c'est-à-dire que le choix des élevages peut être réalisé en fonction de plusieurs caractéristiques.

(1) L'observatoire REPROSCOPE s'alimente des données issues des Systèmes Nationaux d'Information Génétique et de la Base de Données Nationale d'Identification. Ces données sont fournies par les EDE, l'INRA, l'Institut de l'Élevage, les entreprises de contrôle de performances et d'insémination artificielle et les organismes de sélection.

Pour opérer sa sélection

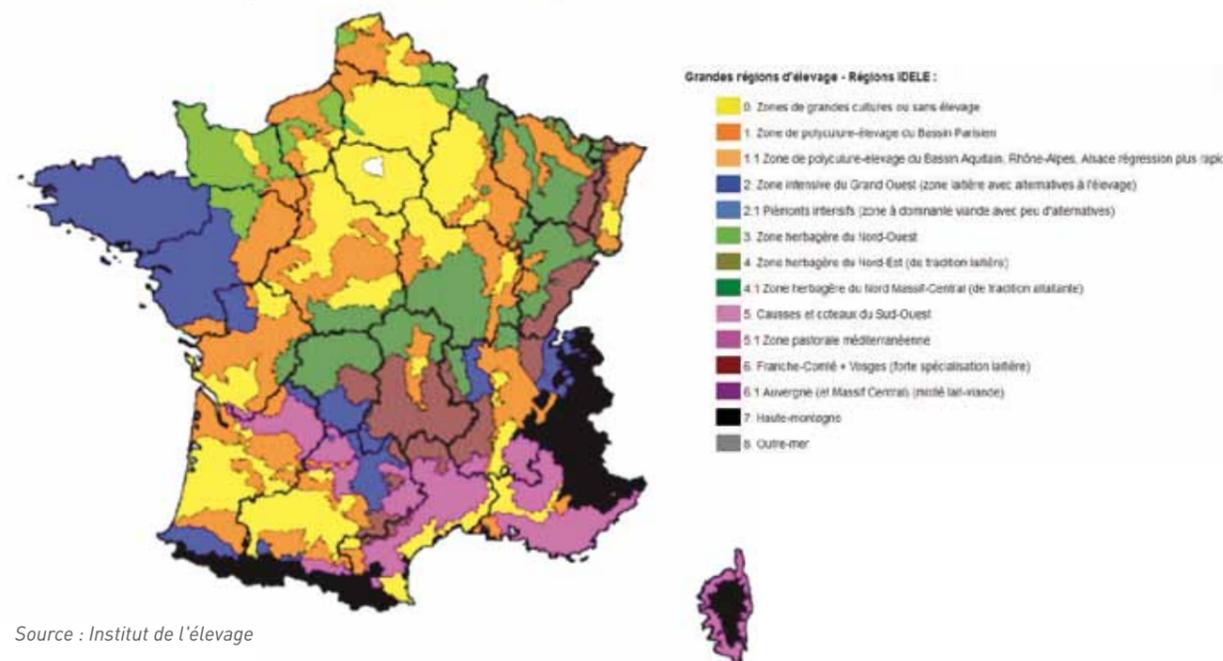


Tout d'abord, une ou plusieurs zones géographiques doivent être définies sur une carte interactive des régions, des départements ou des régions d'élevage définies par l'IDELE (encart 1). Cette dernière permet de comparer des zones avec un contexte d'élevage similaire.

Encart 1 : Les grandes régions d'élevage

Les 8 régions d'élevage IDELE (métropole) sont des regroupements de petites régions agricoles selon : le milieu pédo-climatique (potentialités fourragères), la structure des exploitations (taille et parcellaire), le type de système fourrager, la démographie et l'organisation économique locale.

Les grandes régions d'élevage



Source : Institut de l'élevage



Ensuite, les performances de reproduction à explorer sont choisies pour la production laitière ou allaitante en fonction de la race des femelles. La présentation des résultats se fait séparément, mais l'ensemble des calculs sont réalisés de la même façon pour les deux filières. Pour une exploitation mixte où cohabitent des femelles de deux types, le troupeau laitier et le troupeau allaitant sont pris en compte séparément.

- L'exploration peut se faire à plusieurs niveaux
- Performances des animaux : l'unité est la femelle
 - Performances des élevages : l'unité est le troupeau
 - Evolution des performances : l'unité est le troupeau

Fin 2017, seule la partie « Elevages » est disponible, mais elle représente plus de 80% des restitutions de l'observatoire REPROSCOPE. Les parties Animaux et Evolution arriveront début 2018.

CHIFFRES CLÉS

9,4 millions de vaches présentes

7 millions de vêlages

5 millions de vaches inséminées

82 000 troupeaux laitiers

109 000 troupeaux allaitants

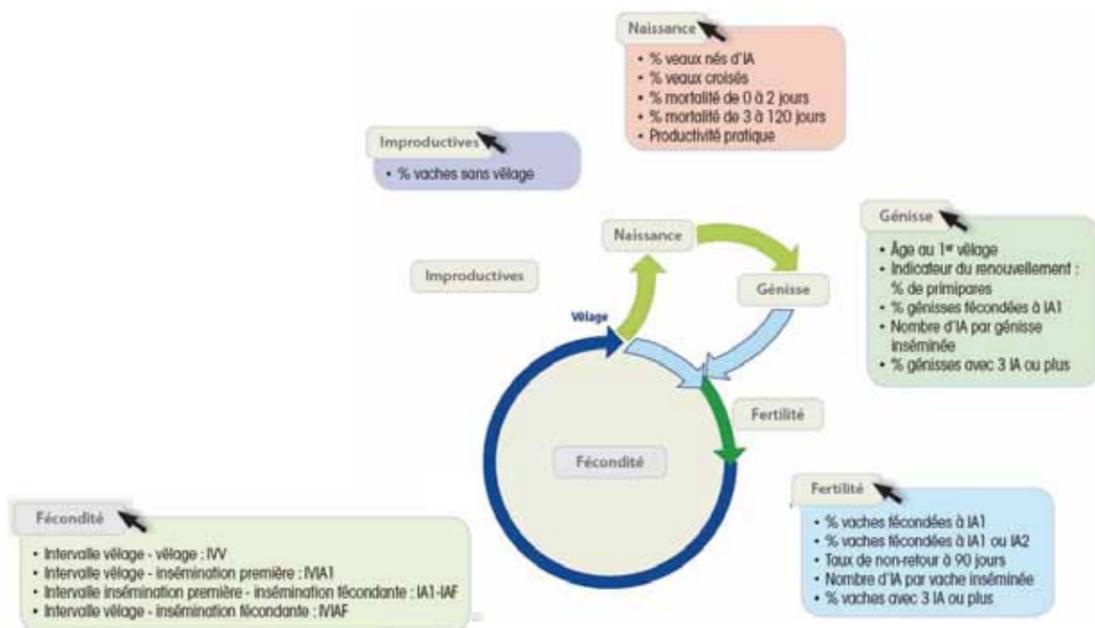
12 dimensions d'exploration

20 performances de reproduction



Enfin, en fonction des informations recherchées, un groupe d'indicateurs (Fécondité, Fertilité, Génisse, Naissance, Improductives), décrits dans le schéma ci-dessous, est sélectionné.

Figure 1 : liste des performances de reproduction accessibles



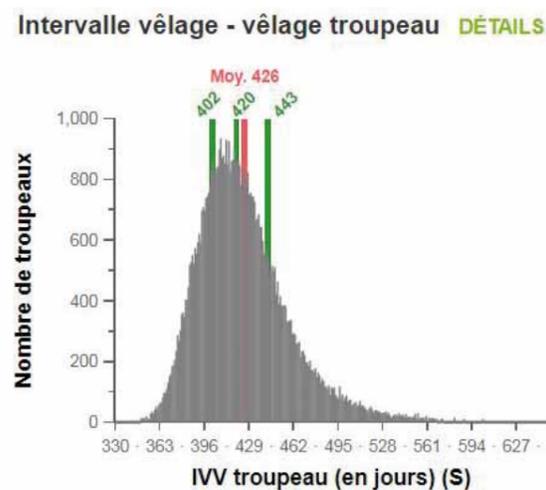
Une base de 7 millions de vaches et 160 000 exploitations

Pour la campagne 2013-2014, plus de 7 millions de femelles laitières et allaitantes alimentent l'observatoire et sont réparties dans un peu plus de 160 000 exploitations françaises. Après avoir choisi le groupe d'indicateurs, apparaît une page avec plusieurs graphiques représentant :

- La distribution d'une performance de reproduction permettant de visualiser le nombre de troupeaux (en ordonnée) pour chaque valeur de la performance (en abscisse, sur la figure 2 ci-dessous : l'IVV). Sur celle-ci, il peut être observé que la performance moyenne de la sélection est de 426 jours d'IVV moyen et que le 1^{er} quartile, la médiane et le 3^{ème} quartile sont respectivement de 402, 420 et 443 jours d'IVV.

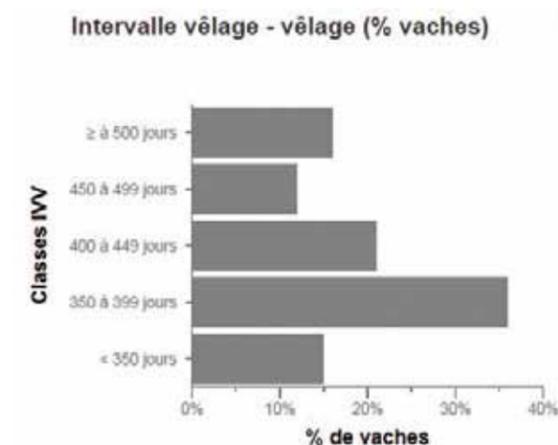
La plus-value de l'observatoire REPROSCOPE est d'afficher les distributions de l'ensemble des troupeaux de la sélection. Celle-ci permet une meilleure visualisation de la répartition des élevages de la sélection et ainsi des marges de progrès envisageables dans les exploitations suivies.

Figure 2 : graphique de distribution de l'Intervalle Vêlage-Vêlage (France, 65359 troupeaux laitiers de plus de 10 vêlages, campagne 2013-2014)



- Pour certaines performances de reproduction, la constitution moyenne d'un troupeau est réalisée pour cette performance. Est ainsi obtenue le % d'animaux (en abscisse) présents en moyenne dans une classe de la performance observée (en ordonnée, sur l'exemple ci-dessous, la classe d'IVV).

Figure 3 : graphique de distribution de l'Intervalle Vêlage-Vêlage (France, troupeaux laitiers de plus de 10 vêlages, campagne 2013-2014)



Ce type de graphique permet ainsi d'observer, qu'au-delà de la moyenne du troupeau, la performance des animaux à l'intérieur d'un troupeau est très hétérogène.

Affiner la sélection

La partie supérieure de la page donne accès à des éléments permettant de cibler l'observation sur une population spécifique.

- **Campagne de reproduction** : pour choisir la campagne de reproduction (1^{er} juillet au 30 juin de l'année suivante). En routine, la mise à jour de l'observatoire sera réalisée 6 mois après la fin de chaque campagne afin que tous les indicateurs puissent être correctement calculés. Deux campagnes (2012-2013 et 2013-2014) sont déjà disponibles et les campagnes 2014-2015 et 2015-2016 sont en cours de déploiement.

- **Race** : pour sélectionner une ou plusieurs races. La composition du troupeau permet son classement dans une race si elle représente plus de 80% des vêlages. Dans le cas contraire, il est considéré qu'il appartient à la catégorie multiraces.

- **Spécialisation de l'exploitation** : pour identifier les exploitations qui ont une orientation de leur type de production bovine laitière, allaitant ou mixte, d'après la typologie des élevages de bovins définies par l'IDELE.

- **Niveau de production laitière** : une règle permet d'affiner la sélection en fonction de la production moyenne des vaches du troupeau par lactation sur 305 jours (kg lait). Si « tous » est coché, la sélection comprend alors tous les troupeaux laitiers indépendamment d'un suivi de leurs performances de production laitière.

A chacune des sélections, des compteurs précisent les nombres de troupeaux sélectionnés, ainsi que ceux de moins de 10 vêlages qui ne sont pas intégrés dans les calculs. Sont également mentionnés le nombre de vêlages moyen et de vaches présentes par troupeau de la sélection.

Encart 2 :

Interprétation des résultats : effectif minimum

Pour chaque performance de reproduction affichée dans l'observatoire, sont donnés systématiquement les effectifs qui permettent d'alimenter l'indicateur. L'interprétation des résultats des performances de reproduction de la sélection doit toujours prendre en compte les effectifs de la population de bovins. Donc, si les effectifs deviennent trop faibles en fonction des caractéristiques de la sélection... il faut prendre de la hauteur !!

Principes de présentation des données d'IA

Pour analyser les données d'insémination, deux populations sont considérées : les seules femelles vêlées durant la campagne ou bien toutes les femelles mises à la reproduction par IA au cours de la campagne.

Les statistiques sur vaches vêlées représentent les performances qui ont abouti à une naissance. Cet indicateur semble plus juste, mais les calculs ne prennent pas en compte les vaches mises à la reproduction réformées ou les animaux ne menant pas à terme leur gestation (mortalité fœtale, avortement). Ce calcul sous-estime la valeur réelle de la fertilité des bovins.

La plupart des outils de conseil en élevage utilisent aujourd'hui les statistiques sur les femelles mises à la reproduction pour être plus près de la campagne en cours et pour adapter le conseil à partir des IA présumées fécondantes. Cette méthode surestime la fertilité en ne prenant pas en compte les avortements tardifs, les femelles non vues en chaleurs ou remises à la reproduction avec un taureau.

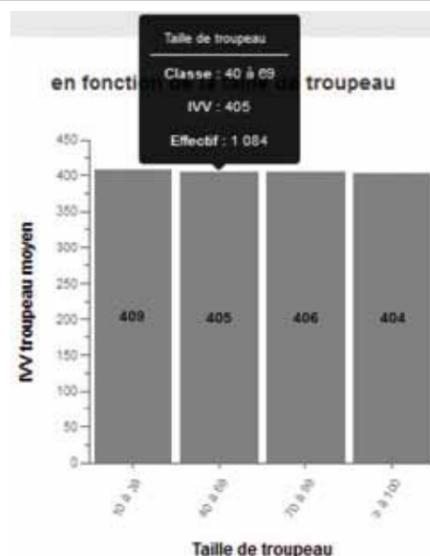
Figure 4 : principes de calcul des statistiques des données d'IA



Pour ces deux méthodes représentées dans la figure 4, d'une part les animaux pris en compte dans les calculs sont différents et, d'autre part, les résultats obtenus sont tardifs (vêlages faits) ou précoces (IA présumées fécondantes). Sur certains indicateurs, et en fonction des modalités de calcul, il est possible de rencontrer des valeurs différentes dont les écarts peuvent aller jusqu'à 10%. La fertilité réelle des animaux se situe entre les deux résultats. Reproscope propose des résultats selon les deux méthodes de calcul, mais les comparaisons ne sont valables qu'à l'intérieur de chaque méthode.

DÉTAILS : pour aller plus loin...
L'onglet **DÉTAILS** à droite des titres des graphiques permet, pour certaines performances, d'aller plus loin dans l'exploration en regardant les performances en fonction de la taille des troupeaux et en fonction des stratégies de conduite de la reproduction dans une exploitation : saison de vêlages (avec une notion de groupage des vêlages), taux de renouvellement, % d'animaux issus de l'IA ou du croisement et la stratégie d'âge au 1^{er} vêlage (avec une notion de groupage des 1^{ers} vêlages sur un âge objectif). La moyenne (en ordonnée) des performances de reproduction est calculée en fonction des classes de taille de troupeau ou de stratégie de conduite de la reproduction (en abscisse, en exemple sur la figure 5). Les effectifs pour chaque stratégie s'affichent dans les info-bulles lors du survol du graphique, donnant ainsi une vision des pratiques pour la sélection.

Figure 5 : Intervalle vêlage-vêlage en fonction de la taille de troupeau (nombre de vêlages) - (France, troupeaux laitiers de plus de 10 vêlages, campagne 2013-2014)



Pour l'accompagnement dans l'exploration de cet observatoire, plusieurs documents sont disponibles dans l'espace REPROSCOPE sur le site de l'Institut de l'Élevage :



- des fiches de « Prise en main » de l'outil permettant d'appréhender l'ensemble des informations proposées par l'observatoire, la navigation et les méthodes de calculs.



- « Vu dans Reproscope », dans lequel les partenaires de REPROSCOPE aident à la découverte de l'observatoire. Le 1^{er} numéro, qui décrit les stratégies de conduite de la reproduction des bovins en France relevées dans l'observatoire troupeaux, est disponible.

Une vache primipare de race Meuse-Rhin-Yssel est présentée 32 jours après insémination. L'examen échographique de l'utérus montre qu'elle n'est pas gestante. En cherchant à sortir la sonde du rectum, l'image ci-dessous est apparue.



Image échographique obtenue par voie transrectale. Echographe MyLabGold, ESAOTE, France. Sonde 6MHZ

EN RÉSUMÉ

L'observatoire REPROSCOPE est un outil permettant d'accéder à différentes données de reproduction bovine sur une zone d'activité tout en prenant en compte certaines caractéristiques des troupeaux ou stratégies de conduite de la reproduction. Il a pour objectif de répondre aux divers besoins de références spécifiques à l'occasion des interventions en élevage.

A chacun d'explorer cet outil qui permet d'apporter des objectifs cohérents et imagés aux éleveurs en suivi.

Pour obtenir des valeurs « robustes », la sélection doit intégrer un nombre suffisant d'animaux.

Bonne navigation !!!!

Le projet REPROSCOPE a été porté par l'Institut de l'Élevage, ALLICE, l'UMR BIOEPAR, FCEL avec le soutien financier de la CNE et du Ministère de l'agriculture autour d'un projet CASDAR. De nombreux intervenants en élevages ont contribué à cette réussite par leur participation aux différentes concertations afin d'identifier les attentes de chacun.

Le liquide est d'échogénicité moyenne et des particules échogènes sont en suspension. La paroi de la cavité est épaisse et à bords crénelés. La quantité de liquide accumulée crânialement (à droite de l'image) est supérieure à la quantité présente caudalement (côté vulve).

Il s'agit du vagin, renfermant de l'urine, et donc d'un urovagin. L'urovagin est une accumulation d'urine dans la partie crâniale du vagin, en avant de l'orifice postérieur du col. Un mélange d'urine et de mucus sort spontanément lors de l'introduction de la main dans le rectum et un « lac » d'urine est visible au fond du vagin à l'examen vaginoscopique. Fréquent chez la vache allaitante âgée, sans doute du fait de la distention répétée de la paroi vaginale par de gros veaux, il touche également 10 à 25% des vêlages chez la vache laitière. L'urovagin est alors attribué à la fonte des coussinets graisseux périvaginaux liée à la lipolyse post partum ou une orientation anormale du bassin (bascule crâniale). Cette relation avec la conformation du bassin contribue sans doute à l'allure « héréditaire » de cette anomalie.

Chez la vache allaitante, les faibles taux de gestation obtenus chez les vaches atteintes d'urovagin s'expliquent par le mélange du sperme avec l'urine lors de la monte naturelle ; en insémination artificielle, c'est l'inflammation cervicale et/ou utérine induite par l'irritation par l'urine qui serait responsable de l'infertilité. Pour 9% d'endométrite chez les vaches indemnes d'urovagin, la prévalence est de 36% lorsqu'elles en sont atteintes. La probabilité d'une endométrite persistant au-delà de 60 jours post partum est augmentée par la présence d'un urovagin, par un facteur 4 si l'accumulation d'urine est de 100 à 500 ml et par 30 si le volume dépasse 500 ml (Hanzen et al 2013). Les performances de reproduction se trouvent donc logiquement diminuées chez les vaches atteintes d'urovagin (augmentation de 65 jours de l'intervalle vêlage-insémination fécondante ; Gautam et Nakao, 2009). La correction chirurgicale n'est le plus souvent pas nécessaire : il faut à minima attendre la reprise d'engraissement post partum avant de prendre une décision chirurgicale.



LE MONITORING DU VÊLAGE



Sylvie CHASTANT-MAILLARD
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
UMR 1225 IHAP,
Reproduction, Pathologie bovine,
Toulouse, s.chastant@envt.fr



Marie SAINT-DIZIER
Université François Rabelais,
UMR 85 PRC,
Tours.

Communes chez les vaches allaitantes, les dystocias sont finalement actuellement très fréquentes également chez les vaches laitières : 29 à 50% des primipares et 10 à 30% des multipares en race Holstein ont un vêlage anormalement long ou nécessitant une assistance (Meyer et al. 2001, Lombard et al. 2007, Mee et al. 2011). Or la dystocie affecte gravement à la fois les performances de l'élevage et le bien-être animal. Elle est considérée par les vétérinaires comme une affection très douloureuse (juste derrière l'amputation d'onglon et la césarienne ; Huxley et Whay 2007 ; Laven et al 2009). Les conséquences pour les

veaux nés sont immédiates, mais aussi retardées : les génisses nées de vaches ayant présenté une dystocie sévère ont plus de risque de naître mortes (odds ratio égal à 20,7), de mourir dans les quatre mois après la mise bas (odds ratio de 6,7), de subir un traitement pour une affection respiratoire (odds ratio de 1,7) ou pour une affection digestive (odds ratio de 1,3) (Lombard et al, 2007). Les difficultés de vêlage représentent même 14% des causes de mortalité des vaches laitières (Fusi et al, 2017). Ultérieurement, la dystocie est associée à une augmentation de la fréquence des complications post partum, comme la rétention placentaire, les infections utérines et donc plus de réformes involontaires et une fertilité réduite. Elle rend aussi plus difficile le démarrage en lactation (Paolucci et al. 2010, Palombi et al. 2013).

Prévoir le moment du vêlage avec suffisamment de précision pour permettre une présence humaine et une intervention si nécessaire est donc un moyen d'améliorer les conditions de vêlage, à la fois pour la mère et pour le veau. Cette prévision est intéressante, que le moment du vêlage soit précisé au jour près ou à l'heure près. La détection à quelques jours près permet de déplacer la vache préparturiente dans un box de vêlage, endroit propre et sec dans lequel une surveillance rapprochée sera facilitée. Ceci évite de déplacer une vache ayant déjà entamé la phase d'expulsion, avec le risque de retarder ou allonger le temps de mise bas (Proudfoot et al. 2013). La détection du moment du vêlage à l'heure près permet d'être présent au moment de l'expulsion du veau, d'intervenir si besoin et d'apporter les premiers soins au veau. Un bon outil de monitoring doit donc être en mesure de prévenir du jour précédant le vêlage et du début de l'expulsion. On attend donc de l'outil de détection une bonne efficacité de détection (sensibilité ; tous les vêlages doivent être précédés d'une alarme) mais également une bonne fiabilité des alertes, c'est-à-dire peu de faux positifs : si l'éleveur est trop souvent dérangé pour des vaches qui ne sont pas en train de mettre bas, il finira par se laisser et ne se déplacera plus.

De nombreux outils automatisés sont actuellement disponibles sur le marché pour assister l'éleveur dans la prédiction du moment du vêlage. Ils sont basés sur la détection automatisée des contractions utérines, des mouvements de l'animal, de la chute de température corporelle ou de l'expulsion de la première poche des eaux. Le principe général est celui de l'élevage ou de la médecine de précision : un capteur équipant la vache détecte un signe caractéristique de l'imminence du vêlage ; ce capteur relayé par une antenne ou une base réceptrice envoie alors un signal, le plus souvent sur le téléphone mobile de l'éleveur. Contrairement aux dispositifs de détection des chaleurs, très peu de ces outils de prévision du moment du vêlage ont été validés par des publications scientifiques indépendantes. Rappelons que ces appareils peuvent être commercialisés sans aucune exigence réglementaire en termes d'efficacité ou d'exactitude.

1 - Outils automatisés de détection du vêlage et leurs performances

• Détection des contractions utérines

Un des plus anciens systèmes de surveillance automatisée des vêlages, disponible sur le marché depuis la fin des années 1980, est basé sur la détection des contractions abdominales et utérines (Agrimonitor®, Databel Trading, Belgique). Ce dispositif surtout utilisé en Belgique comprend une ceinture, placée autour de l'abdomen de la femelle, équipée d'un boîtier composé de capteurs de pression (photo 1). Le dispositif génère une alerte en fonction de l'intensité des contractions, de leur fréquence et de leur durée. Lorsque ces paramètres dépassent une valeur seuil (pré-fixée) ou lorsque les contractions n'évoluent pas normalement, le dispositif émet des alertes d'urgence. L'avantage principal de ce dispositif repose sur le caractère non invasif du dispositif. En revanche, sa pose est assez complexe. Le calibrage de l'appareil est court : le fabricant annonce une efficacité optimale après seulement 2 à 6 heures de pose. Bien qu'utilisé de longue date, aucune étude scientifique n'est disponible sur les performances de cet outil. L'investissement est de l'ordre de 3800 € pour deux ceintures et un récepteur.

Photo 1 : Ceinture de mesure des contractions utérines. Agrimonitor.



• Détection des mouvements liés à l'imminence du vêlage

Le jour même du vêlage, sont observées une diminution nette du temps passé couchée, une augmentation du nombre de transitions couchée-debout et de levers de queue. En équipant les vaches d'accéléromètres en fin de gestation, il a pu être établi que ces changements augmentent en intensité et en fréquence dans les 6-12 heures précédant le début de l'expulsion (Jensen 2012, Tittler et al. 2015).

Trois dispositifs détectant de façon automatisée des mouvements liés au vêlage sont actuellement disponibles en France : SmartVel® (distribué par Evolution), Mocoall® (distribué par Gènes Diffusion et Horizon en France) et Alert'Vel® (ALB Innovation). Il s'agit d'accéléromètres qui se fixent à la base de la queue de la vache prête à vêler, au mieux 3-4 jours avant le vêlage. Ils détectent à la fois les levers de queue, les mouvements globaux de l'animal et les vibrations liées aux contractions utérines. Ces dispositifs sont utilisables aussi bien en bâtiment qu'au pâturage et s'adaptent donc à tous types de conduites.



Le système SmartVel® envoie un message téléphonique au début de l'expulsion présumée. Une nouvelle alerte est adressée 2 heures plus tard si le vêlage n'est pas terminé. L'outil a été conçu et validé sur le terrain en élevages allaitant et laitier par Evolution, qui annonce un taux de détection de 95%. L'investissement pour un kit de démarrage comprenant quatre capteurs et une base radio est de l'ordre de 3300 €, auquel il faut ajouter environ 70 € par an d'abonnement. Les prix d'AlertVel® sont similaires.

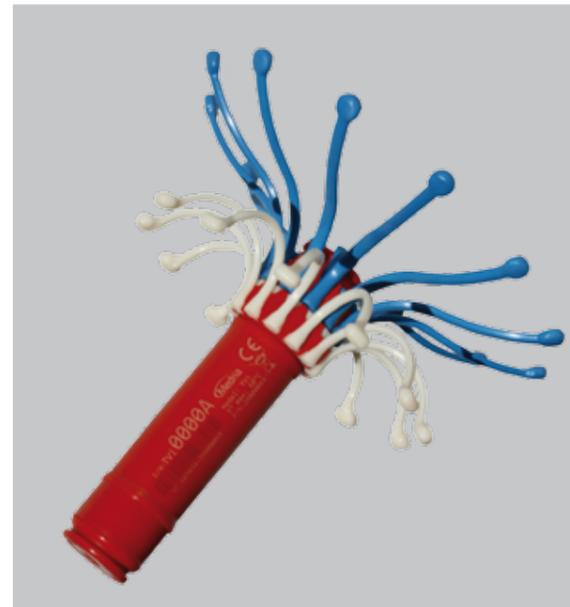
Le dispositif Moocall® (photo 2) envoie un premier SMS une heure après l'enregistrement d'une augmentation d'activité typique du parturim et un deuxième message après 2 h si l'activité n'est pas revenue à son niveau basal (photo 2). Pour éviter une nécrose de la queue, le système ne doit pas rester en place plus de 4 jours d'affilée : un retrait quelques heures permet une nouvelle pose pour 4 jours. Le système distribué par Gènes Diffusion coûte 274 € HT par capteur et 122 €/an d'abonnement.

Photo 2 : Activitémètre Moocall®.



© Gènes Diffusion

Photo 3 : Thermomètre vaginal Vel'Phone®.



© Medria

• Détection de la chute de température corporelle et de l'expulsion :

La température corporelle de la vache augmente au-delà de 39°C dans les jours précédant le vêlage pour chuter en moyenne de 0,4 à 0,7°C dans les dernières 48 heures avant l'expulsion. Cette chute peut être mise en évidence par une simple prise de température tous les soirs avec un thermomètre rectal conventionnel (encadré).

Mais ce signe est également mis à profit dans des dispositifs d'élevage de précision. Le capteur de prise de température est placé dans le vagin dans lequel il est maintenu grâce à des appendices dont la dimension est adaptable selon la race et le rang de vêlage des animaux (Vel'Phone® conçu par Medria, France (photo 3) ; Vel'Box® conçu par Gènes Diffusion, France). Dès la pose du dispositif, les données de suivi de la température (deux fois par jour ou en continu (photo 4)) sont envoyées à une base GSM qui traite l'information et la transmet à un serveur web consultable par l'éleveur et à un ou plusieurs téléphones. Deux alertes successives peuvent être transmises à l'éleveur : une alerte « *vêlage attendu sous 48 h* » lorsque la chute pre-partum de 0,4°C est enregistrée, puis une alerte « *expulsion* » lorsque la sonde a été expulsée du vagin par l'allantoïde. La première alerte permet à l'éleveur de transférer la vache dans le box de vêlage.

Photo 4 : Courbes de température vaginale obtenues avec Vel'Phone®; elles ne sont interprétables qu'après un étalonnage d'au moins 72 heures.



© Ludovic Martinelle, CARE-FEPEX, Université de Liège, Belgique

Seul le système Vel'Phone® a fait l'objet d'une publication sur ses performances. Un suivi sur trois années consécutives (55 génisses et 151 vaches Prim'Holstein) rapporte une sensibilité (pourcentage de vêlages détectés) de 27 à 79% pour les alertes de prédiction à 48 h et de 97 à 100% pour les alertes d'expulsion (Chanvallon *et al.* 2013). La valeur prédictive positive des alertes d'expulsion (pourcentage d'alertes suivies d'un vêlage) est de 100%. Les alertes d'expulsion sont donc de très bons prédicteurs de vêlage, avec un délai entre l'alerte et le vêlage d'1h30 en moyenne chez les vaches (néanmoins, en cas de torsion, les alertes de prédiction ne sont pas suivies d'une alerte d'expulsion). Il est conseillé de placer le thermomètre 7 à 10 jours avant le terme attendu et au minimum 72 heures, temps minimal d'étalonnage. Toutefois, le moment optimal de pose est parfois difficile à respecter en pratique : dans l'essai cité plus haut (Chanvallon *et al.* 2013), seules 60% des génisses et 45% des vaches ont été équipées assez tôt pour respecter le temps minimal d'étalonnage. Si le délai de pose ante-partum est respecté, l'effet potentiellement irritant de l'outil sur la muqueuse vaginale – avec le risque de non dilatation de la paroi vaginale lors du vêlage et le risque d'infection utérine – reste à évaluer. L'investissement pour le Vel'Phone® est de l'ordre de 2500 à 3000 € pour la base réceptrice, et 108 € par an pour l'abonnement.

La prise de température rectale est réalisée le soir, afin d'organiser ou non une surveillance nocturne (la température est plus élevée le soir que le matin chez la vache). La procédure est simple et efficace, à condition de pouvoir effectuer la contention des femelles tous les jours. Préférer les thermomètres électroniques de grand format qui donnent un résultat rapide et facile à lire. Rappeler à l'éleveur de bien appliquer l'extrémité du thermomètre contre la muqueuse rectale. La surveillance commence quelques jours avant terme (sachant que le vêlage peut avoir lieu de 15 jours avant à 15 jours après la date officielle du terme). On cherche tout d'abord à détecter la phase d'hyperthermie. Les prises de température sont réalisées chaque jour pendant 2-3 jours : si la température reste inférieure à 39°C, les prises sont espacées toutes les 48 à 72 heures, ce qui permet d'alléger la surveillance. Quand la température passe le seuil de 39°C, on reprend la surveillance quotidienne. Tant que la température reste supérieure à 39°C, il est très peu probable que le vêlage ait lieu au cours de la nuit à venir. Il s'agit donc par la suite de détecter la chute de température qui précède immédiatement le vêlage. Quand la température devient inférieure ou égale à 38,5°C ou passe sous la valeur de 39°C avec une chute de plus de 0,5°C depuis la prise précédente, le vêlage aura très probablement lieu dans les 24 heures. Un examen vaginal est alors pratiqué immédiatement pour évaluer le degré d'ouverture du col puis renouvelé toutes les 6 heures.



• Détection de l'écartement des lèvres vulvaires :

Le début du vêlage peut aussi évidemment être détecté par l'écartement des lèvres vulvaires au moment de l'expulsion des eaux fœtales ou du veau lui-même (photo 5). Deux systèmes initialement développés pour la surveillance des poulinares ont été adaptés aux vêlages. Le système C6 Birth (C6 Birth Control®, Sisteck, Italie) est fixé aux lèvres de la vulve par trois points de suture : une partie mobile se détache au moment de l'expulsion du veau, déclenchant l'envoi d'un message au téléphone de l'éleveur. Mis en place sur 53 vaches laitières à 280 ± 5 jours de gestation, cet outil a détecté le début du vêlage avec une sensibilité de 100% et une valeur prédictive positive de 95% (Marchesi *et al.* 2013). Le dispositif doit être refixé par suture avant chaque vêlage. Un raffinement de ce système, breveté en Europe mais non encore commercialisé, permettrait d'informer l'éleveur sur l'imminence d'un vêlage et la localisation de la vache au pâturage dans des systèmes extensifs : il associe le C6 Birth Control® à un système GPS placé au cou de l'animal. Bien que testées sur un nombre limité d'animaux (18 vaches laitières et 8 vaches allaitantes), la sensibilité et la valeur prédictive positive de ce dispositif pour l'alerte vêlage seraient toutes deux de 100%, avec un repérage plutôt précis des animaux (à 1,2 mètres près ; Calcante *et al.* 2014).

Sur le même principe mais avec une seule mise en place en début de carrière reproductrice, le système New Deal® (Happy Foaling, Cahuzac sur Vere) est constitué d'une sonde et d'un aimant implantés chacun dans une lèvre de la vulve. Une fois le système activé par une télécommande (avant chaque vêlage), la séparation entre les deux éléments génère un signal. Ce système permet aussi de suivre la température vulvaire de la vache et détecterait les prolapsus utérins. La mise en place de la sonde et de l'aimant est un acte chirurgical. A ce jour, aucune référence scientifique ne donne les performances de détection de ce dernier outil.

Le C6 Birth Control® coûte autour de 2000 € pour un kit d'installation (1 capteur + 1 récepteur). Pour le système New Deal, il faut compter 2000 € pour un récepteur et une centaine d'euros par capteur. Dans les deux cas, il faut ajouter les frais d'intervention du vétérinaire. L'outil peut être récupéré et réimplanté sur une autre vache en cas de réforme (moyennant une autre intervention chirurgicale). La principale limite de ces dispositifs est leur caractère très invasif, nécessitant une ou plusieurs interventions chirurgicales.

Photo 5 : Système C4 Birth fixé aux lèvres de la vulve chez une vache.



• Outils potentiellement disponibles demain

Les accéléromètres initialement conçus pour détecter les chaleurs (Cf. Repromag n° 18) ont récemment été testés pour leur capacité à détecter les vêlages (Titler *et al.* 2015, Ouellet *et al.* 2016, Borchers *et al.* 2017). Ces accéléromètres s'attachent au collier (HR Tag, SCR Engineers, Israël), à un postérieur (IceQube, IceRobotics, Royaume Uni) ou à la boucle auriculaire d'identification, permettant dans ce cas une détection supplémentaire de la température (CowManager SensOor, CowManager, Pays-Bas). L'efficacité de détection du vêlage dans un délai de 2 à 24 h varie entre 58 et 89%, avec une spécificité de détection entre 60 et 98% (Ouellet *et al.* 2016, Borchers *et al.* 2017).

Les accéléromètres les plus récents suivent également l'activité de rumination, voire le temps d'alimentation des vaches, avec pour objectif de détecter précocement les troubles de la santé. Dans les conditions normales, le temps consacré à l'alimentation diminue progressivement 10 jours avant le vêlage pour être minimal le jour du vêlage (Braun *et al.* 2014). Le temps de rumination varie beaucoup selon le type d'alimentation mais il chute brutalement dans les 6 à 24 h précédant l'expulsion (Büchel et Sundrum 2014, Ouellet *et al.* 2016, Borchers *et al.* 2017, Kovacs *et al.* 2017). Une étude récente menée sur 400 vêlages montre qu'en combinant à la fois des paramètres d'activité, de rumination et de température, et en fixant un taux de faux positifs à 1% (spécificité de 99%), 49% des vêlages ont pu être prédits dans une fenêtre de 6h et 42% dans une fenêtre de 3h (Rutten *et al.* 2017). Malgré des résultats encourageants, l'efficacité de détection n'est pas encore suffisante pour une utilisation sur le terrain.

2 - Quels sont les limites et perspectives des outils de détection du vêlage ?

Des outils mal évalués

On estime qu'environ 20% des élevages sont maintenant équipés de détecteurs de vêlage en France. Néanmoins, à la différence des détecteurs de chaleurs, aucune étude n'évaluant les motivations des éleveurs à investir dans les dispositifs de prévision du moment du vêlage n'est disponible, non plus que leur degré de satisfaction après l'investissement. Si les motivations des éleveurs à installer de tels systèmes relèvent probablement d'un souhait de diminuer la charge de travail liée à la surveillance et de diminuer la mortalité néonatale, les parts respectives de ces deux objectifs (organisationnel vs sanitaire) restent à déterminer. De la même manière, le nombre d'études de sensibilité et de spécificité de ces systèmes sont très peu nombreuses, ce qui signifie que les appareils ont été testés sur un nombre limité d'animaux (et quasiment exclusivement en race Prim'Holstein) et dans un nombre limité de conditions d'élevage. Elles ont de plus été menées par les distributeurs eux-mêmes sans faire l'objet de publications scientifiques. A notre connaissance, il n'existe pas de données concernant l'impact sanitaire réel des dispositifs de surveillance des vêlages sur la mortalité des veaux, la fréquence des complications du post-partum chez la mère, ou la longévité des vaches. On constate en effet que ces dispositifs d'alerte sont dans certaines conditions contre-productifs : une fois l'éleveur alerté par le système, se retrouvant au chevet de sa vache, celui-ci a-t-il tendance à intervenir, à la fois pour « aider » la vache et pour raccourcir la durée du vêlage (et pouvoir retourner se coucher). Or environ 2 heures s'écoulent entre l'alerte « Expulsion » des thermomètres vaginaux et la naissance du veau [Chanvallon *et al.* 2012].

A défaut de l'évaluation d'un retour sur investissement en termes financiers, l'effet sur l'allègement de la charge mentale de l'éleveur serait intéressant à évaluer : compte tenu des exigences en surveillance y compris nocturne, il est probable que la recherche du gain de temps et de diminution du stress prime sur les autres motivations à investir.

La recherche d'une polyvalence des dispositifs

Certains systèmes partagent déjà une partie du système de transmission (HeatPhone®/Vel'Phone®/Feed-Phone®/SanPhone® ou système global Herd Box® combinant Vel'Box®/HeatBox®). A la fois pour limiter l'investissement et pour ne pas devoir gérer et assurer la maintenance de plusieurs systèmes, la polyvalence de ceux-ci est un point qui est sans doute à développer pour le futur. Il s'agirait pour un système donné d'être capable de détecter les chaleurs, prédire le moment du vêlage et signaler des suspicions d'affection pathologique en combinant la mesure de plusieurs paramètres. L'activité de l'animal variant dans ces trois situations, les accéléromètres 3D, mis au point initialement pour la détection des chaleurs, bénéficient d'un récent effort de recherche pour leur adaptation à la détection des vêlages.



A venir : la prévision des dystocies ?

Aucun outil n'est aujourd'hui commercialisé pour détecter spécifiquement les vêlages à problème, nécessitant une intervention. Pourtant, des différences d'activité et de comportements alimentaires ont été mises en évidence entre vaches allant vêler normalement et celles allant souffrir de dystocie (Proudfoot *et al.* 2009, Miedema *et al.* 2011, Barrier *et al.* 2012). Moyennant une adaptation des algorithmes, la détection des dystocies par les accéléromètres semble donc possible. Le monitoring de la température et de l'activité du rumen offre également des perspectives intéressantes pour la détection des vêlages difficiles : le temps de rumination et la température du réticulo-rumen chutent de manière différente dans les 24 à 32 h avant un vêlage normal ou difficile (Kovacs *et al.* 2017). Tous les espoirs sont donc permis pour voir apparaître prochainement des outils connectés avertissant de l'imminence d'une dystocie.

Une aide à la sélection

Les systèmes connectés de monitoring de la reproduction permettent la collecte de façon non invasive de données à long terme (idéalement tout au long de la vie de la vache) sur un grand nombre d'animaux. Il est possible de mesurer de façon précise de nombreux paramètres physiologiques sans perturbation chez des animaux évoluant dans des conditions d'élevage variées. Les animaux peuvent ainsi être précisément caractérisés (« phénotypés »). Les paramètres enregistrés par les dispositifs connectés autour du vêlage autorisent une description beaucoup moins subjective que la déclaration de la difficulté de vêlage, évaluée par les éleveurs sur une échelle de 1 à 5. Ces caractérisations fines et objectives sont précieuses pour organiser la sélection génétique sur la facilité de vêlage.

L'image d'un élevage moderne

Les dispositifs connectés modifient l'image de l'élevage, en la modernisant (l'éleveur s'occupe de ses animaux une tablette à la main plutôt qu'une fourche). Néanmoins, ils pourraient laisser craindre au grand public que l'éleveur pilote son élevage à distance et n'ait plus de contact avec les animaux. Autant ce risque peut être craint pour les dispositifs de détection des chaleurs, autant ce n'est pas le cas pour ceux alertant du vêlage puisque ceux-ci sont justement utilisés pour augmenter la fréquence d'une présence humaine auprès de la vache parturiente et donc du veau nouveau-né. Les dispositifs connectés de surveillance du vêlage donnent plutôt une image de la technologie mise au service du bien-être animal.

CONCLUSION

Au-delà de l'élégance technologique et biologique des systèmes connectés en élevage, leurs intérêts, limites et perspectives se déclinent à l'échelle de l'animal, du troupeau, de l'éleveur, de la population bovine et même de la société, avec des enjeux divers. Contrairement à ce qui avait pu être redouté, ces dispositifs n'ont pas supplanté ni exclu l'œil expert de l'éleveur. Au moins en Europe, ils sont utilisés comme des systèmes d'assistance à la décision qui ne remettent pas en cause la relation Homme-animal.



Références

- Barrier AC, Haskell MJ, Macrae AI & Dwyer CM 2012 Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Applied Animal Behaviour Science* 139 209-217.
- Borchers MR, Chang YM, Proudfoot KL, Wadsworth BA, Stone AE & Bewley JM 2017 Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. *J Dairy Sci* 100 5664-5674.
- Braun U, Tschoner T & Hassig M 2014 Evaluation of eating and rumination behaviour using a noseband pressure sensor in cows during the peripartum period. *BMC Vet Res* 10 195.
- Büchel S & Sundrum A 2014 Short communication: Decrease in rumination time as an indicator of the onset of calving. *Journal of Dairy Science* 97 3120-3127.
- Calcante A, Tangorra FM, Marchesi G & Lazzari M 2014 A GPS/GSM based birth alarm system for grazing cows. *Computers and Electronics in Agriculture* 100 123-130.
- Chanvallon A., Leblay A., Girardot J, Davière J.B., Lamy J.M. 2012b Surveillance automatisée des vêlages chez la vache laitière. *Rech. Rech. Ruminants*, 2012, 19, 408
- Chanvallon A, Coyral-Castel S, Leblay A, Girardot J, Davière JM & Lamy JM 2013. Calving monitoring in dairy cattle. 64th EAAP annual meeting, Nantes, France.
- Fusi F, Angelucci A, Lorenzi V, Bolzoni L & Bertocchi L 2017 Assessing circumstances and causes of dairy cow death in Italian dairy farms through a veterinary practice survey (2013-2014). *Prev Vet Med* 137 105-108.
- Huxley, J.N., Whay, H.R., 2007. Attitudes of UK veterinary surgeons and cattle farmers to pain and the use of analgesics in cattle. *Cattle Practice* 15, 189-193.
- Jensen MB 2012 Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 139 195-202.
- Kovacs L, Kezer FL, Ruff F & Szenci O 2017 Rumination time and reticulorumenal temperature as possible predictors of dystocia in dairy cows. *J Dairy Sci* 100 1568-1579.
- Laven, R.A., Huxley, J.N., Whay, H.R., Stafford, K.J., 2009. Results of a survey of attitudes of dairy veterinarians in New Zealand regarding painful procedures and conditions in cattle. *New Zealand Veterinary Journal* 57, 215-220.
- Lombard JE, Garry FB, Tomlinson SM & Garber LP 2007 Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 90 1751-1760.
- Marchesi G, Leonardi S, Tangorra FM, Calcante A, Beretta E, Pofcher E & Lazzari M 2013 Evaluation of an electronic system for automatic calving detection on a dairy farm. *Animal Production Science* 53 1112-1114.
- Mee JF, Berry DP & Cromie AR 2011 Risk factors for calving assistance and dystocia in pasture-based Holstein-Friesian heifers and cows in Ireland. *Veterinary Journal* 187 189-194.
- Meyer CL, Berger PJ, Koehler KJ, Thompson JR & Sattler CG 2001 Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. *J Dairy Sci* 84 515-523.
- Miedema HM, Cockram MS, Dwyer CM & Macrae AI 2011 Behavioural predictors of the Barrier AC, Haskell MJ, Macrae AI & Dwyer CM 2012 Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Applied Animal Behaviour Science* 139 209-217.
- Ouellet V, Vasseur E, Heuwieser W, Burfeind O, Maldague X & Charbonneau E 2016 Evaluation of calving indicators measured by automated monitoring devices to predict the onset of calving in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 99 1539-1548.
- Palombi C, Paolucci M, Stradaoli G, Corubolo M, Pascolo PB & Monaci M 2013 Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. *BMC Veterinary Research* 9 191.
- Paolucci M, Sylla L, Di Giambattista A, Palombi C, Elad A, Stradaoli G, Pascolo P & Monaci M 2010 Improving calving management to further enhance reproductive performance in dairy cattle. *Veterinary Research Communications* 34 S37-S40.
- Proudfoot KL, Huzzey JM & von Keyserlingk MAG 2009 The effect of dystocia on the dry matter intake and behavior of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 92 4937-4944.
- Proudfoot KL, Jensen MB, Heegaard RMH & von Keyserlingk MAG 2013 Effect of moving dairy cows at different stages of labor on behavior during parturition. *Journal of Dairy Science* 96 1638-1646.
- Rutten CJ, Kamphuis C, Hogeveen H, Huijps K, Nielsen M & Steeneveld W 2017 Sensor data on cow activity, rumination, and ear temperature improve prediction of the start of calving in dairy cows. *Computers and Electronics in Agriculture* 132 108-118.
- Tittler M, Maquivar MG, Bas S, Rajala-Schultz PJ, Gordon E, McCullough K, Federico P & Schuenemann GM 2015 Prediction of parturition in Holstein dairy cattle using electronic data loggers. *J Dairy Sci* 98 5304-5312.





DÉCOUVERTE D'UN GÈNE MAJEUR DE PROLIFICITÉ CHEZ LES BOVINS

Chez les ovins, 2 mécanismes génétiques de contrôle de la prolificité ont été identifiés : soit un mécanisme polygénique (pour les races Romanov et Finnoise), soit un mécanisme impliquant un gène majeur unique (*FecB* en race Booroola, *FecX(I)* en race Romney, *FecL* en race Lacaune, ...). Au total, actuellement, 6 gènes majeurs différents affectant le nombre d'ovulations sont connus.

Chez les bovins, en revanche, seule une sélection génétique classique, mobilisant des mécanismes polygéniques, avait permis d'augmenter (un peu) le nombre d'ovulations. Aujourd'hui, une nouvelle approche du contrôle du nombre d'ovulations chez les bovins est possible, suite à la découverte d'un gène majeur de contrôle du nombre d'ovulations dans cette espèce : le gène *Trio*.

Les gènes majeurs de prolificité chez les Ruminants

Chez les ovins, il a été montré que certains membres de la famille du TGF- β (Transforming Growth Factor) sécrétés par l'ovocyte jouent un rôle essentiel dans la folliculogénèse et la détermination du nombre de follicules ovulant à la fin de chaque cycle.

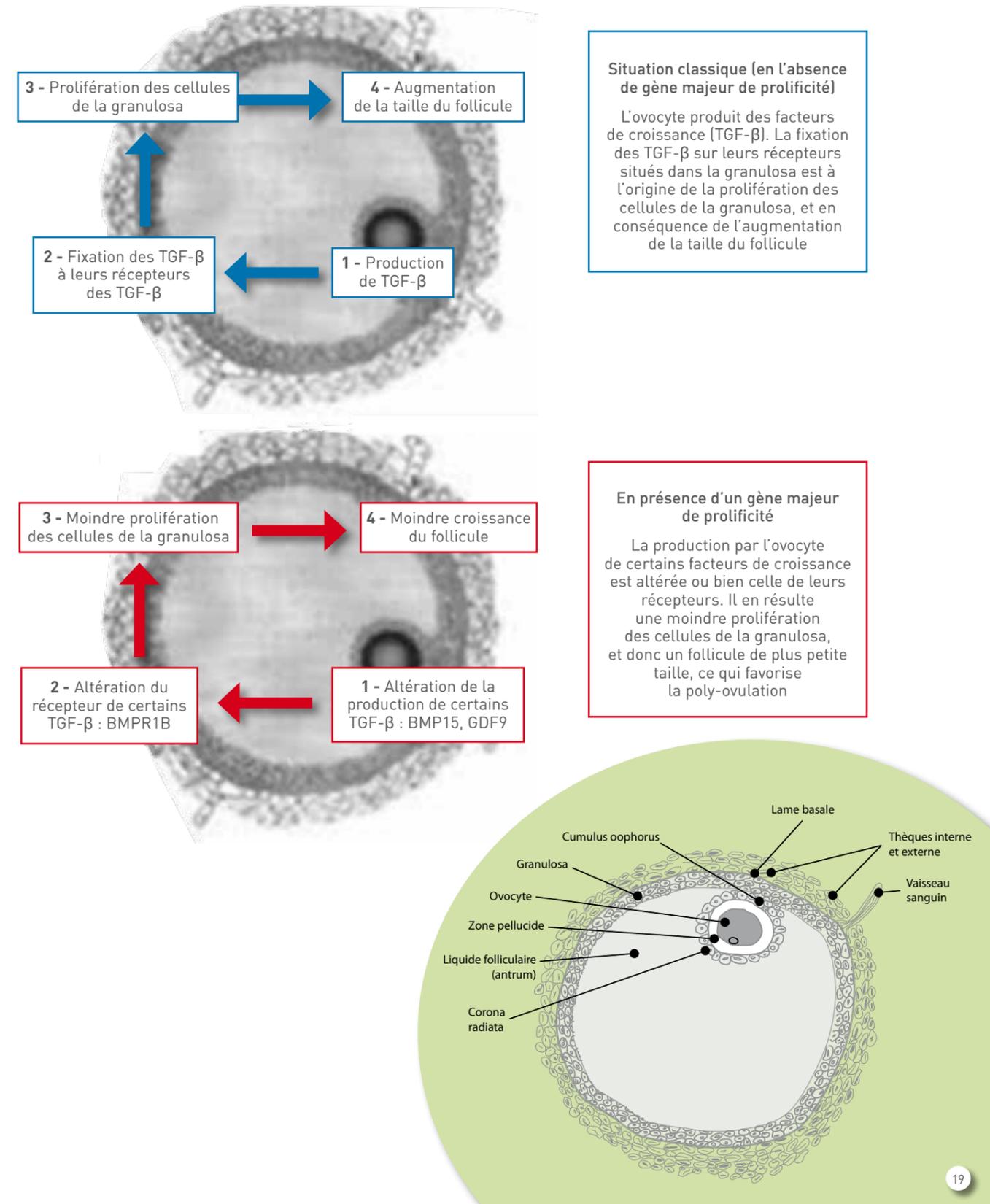
Les brebis porteuses d'un gène majeur de prolificité se caractérisent par une réduction du signal reçu par les cellules de la granulosa en réponse à la production de facteurs de croissance de la famille des TGF- β . Les mécanismes précis à l'origine de ce moindre signal sont variables selon les races (voir schéma 1) ; ils impliquent soit l'altération de la fonction de certains membres de la « famille TGF- β » (protéine BMP15* pour le gène *FecX(I)*, facteur GDF9 en race irlandaise Belclare) ou bien celle d'un récepteur liant cette même famille (BMPR1B, récepteur de certaines BMP dans le cas du gène *FecB*). Ces différents mécanismes réduisent la prolifération des cellules de la granulosa (donc les follicules sont plus petits) et conduisent à une augmentation de leur sensibilité à FSH (donc plus survivent lorsque la FSH baisse avant l'œstrus). C'est la combinaison de ces 2 mécanismes qui induit la poly-ovulation.

En France en race Lacaune, le gène *FecL* a été découvert au début des années 2000. Il est associé à la sur-expression dans les ovaires de la protéine B4GALNT ; celle dernière est une enzyme qui entraîne une glycosylation atypique de l'inhibine A, glycoprotéine de la famille des TGF- β produite par les cellules de la granulosa des follicules. La modification de la bio-disponibilité (ou de la bio-activité) de l'inhibine A qui en résulte aurait pour conséquence d'altérer la sélection folliculaire, et donc induire une augmentation du nombre d'ovulations.

Pour les brebis dont le récepteur aux BMP (BMPR1B) est muté, le taux d'ovulation est augmenté chez les hétérozygotes ; celui-ci est encore plus élevé chez les homozygotes. En revanche, chez les brebis où BMP15 constitue le gène muté, si les hétérozygotes sont poly-ovulantes et prolifiques, où les homozygotes sont stériles car leurs ovaires sont dépourvus de follicules en croissance.

*BMP = Bone Morphogenetic Protein. Les BMP forment un groupe de facteurs de croissance appartenant à la famille des TGF- β ; ce sont des signaux indispensables au bon fonctionnement des processus physiologiques. BMP15 : BMP spécifique impliquée dans la folliculogénèse

Schéma 1 : Exemple de mécanisme conduisant à la poly-ovulation chez les brebis porteuses d'un gène de prolificité





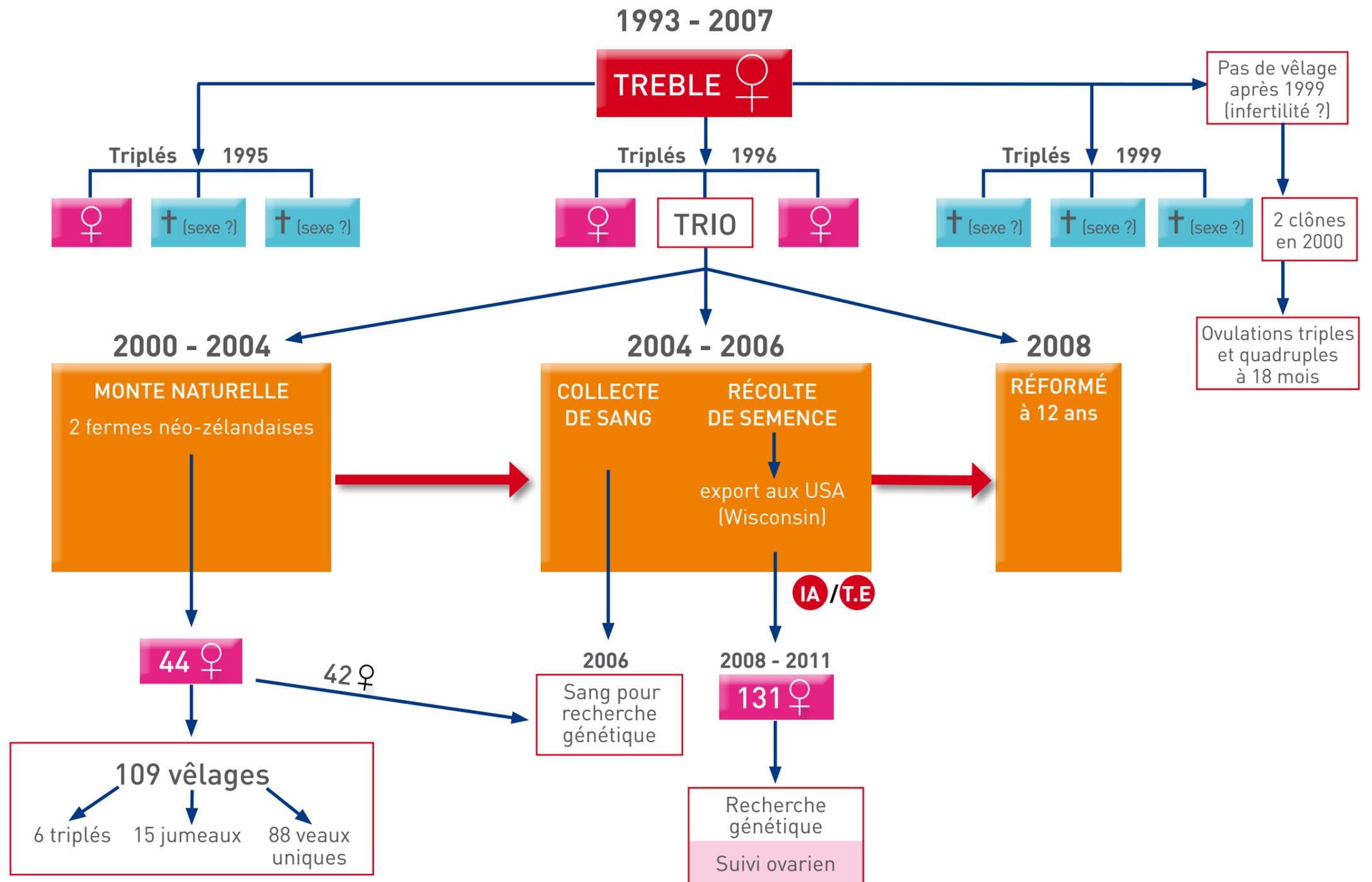
Chez les bovins, espèce considérée mono-ovulatoire, la mise en évidence d'un mécanisme génétique simple (gène majeur) agissant sur le nombre d'ovulation et donc la prolificité est plus récente. Elle a fait suite à l'analyse génétique d'une lignée d'animaux issue d'une vache appelée Treble à la prolificité étonnante : elle a donné naissance 3 fois à des triplés ! Treble est née en 1993 dans une ferme néo-zélandaise ; sa race n'était pas connue précisément mais la couleur de sa robe suggérait un croisement Hereford x Frison x Angus x Jersey.

Parmi les triplés, un seul fils né vivant en 1996, Trio, a été utilisé pour la monte naturelle dans 2 fermes entre 2000 et 2004. Au total 44 filles de Trio sont nées dont 13 (soit 30%) ont produit au moins une naissance multiple au cours de leur carrière reproductive. Dans la population de femelles nées aux USA, sur 109 vêlages recensés, 21 correspondaient à des naissances multiples : 6 fois des triplés et 15 vêlages gémeaux (schéma 2). Seulement 8 des 18 triplés ont survécu.

Treble n'est pas le seul exemple de vache à prolificité exceptionnelle. Morris (1984) rapporte le cas d'une vache 'Black polled' (noire sans cornes) qui a eu 25 veaux en 8 vêlages (1 avec un seul veau, 2 avec des jumeaux, 2 avec des triplés, 2 avec des quadruplés et 1 avec des sextuplés), et d'une autre vache ayant donné naissance à 15 veaux en 5 vêlages (2 fois des triplés, 2 fois des quadruplés et 1 vêlage simple).

Le fait que certaines petites-filles de Treble aient eu elles-mêmes des triplés suggère que la prolificité exceptionnelle, observée sur des générations successives, peut avoir un déterminisme génétique de type « gène majeur » où la transmission de ce gène transmet l'aptitude à la poly-ovulation. Comme la survie embryonnaire ou fœtale des triplés est souvent faible, il est probable que les vaches de la 'lignée Treble' présentent non seulement un taux élevé d'ovulations multiples mais aussi une capacité utérine suffisante pour mener à terme les gestations. Les caractéristiques ovulatoires des 131 descendantes de Treble issues d'IA (nées aux USA entre 2004 et 2008) ont été étudiées. Leur génotypage a été réalisé dans le but d'identifier d'éventuels gènes présentant des effets sur le taux d'ovulation. Finalement, une zone particulière du chromosome 10 a été identifiée comme porteuse du gène à l'origine du taux d'ovulation élevé. Ce gène a été appelé Trio en référence au nom du taureau produit par Treble.

Schéma 2 : La descendance de Treble et les différents examens la concernant



IA = Insémination artificielle, TE = Transfert embryonnaire



Quelques caractéristiques des vaches porteuses du gène Trio

Taux d'ovulation

Des travaux de recherche récents réalisés aux USA (GARCIA-GUERRA & al., 2017a), ont confirmé que les vaches porteuses de l'allèle Trio ont le plus souvent des ovulations multiples alors que celles qui en sont dénuées présentent en général des ovulations simples (Tableau 1). Sur un total de 61 vaches suivies sur 4 cycles consécutifs, celles porteuses du gène Trio (n=34) ont montré un taux d'ovulation moyen de 3,5 (contre 1,1 chez les 27 non porteuses, différence significative, p<0,01) ; 70% de leurs cycles se caractérisaient par 3 ou 4 ovulations, seulement 5% des cycles par des ovulations simples. En comparaison, chez les non-porteuses du gène Trio, 89% des cycles se terminaient par une ovulation simple, 11% par une ovulation double.

Tableau 1 : Caractéristiques des ovulations chez des vaches en fonction de la présence du gène Trio (GARCIA-GUERRA & al. 2017a)

Critère	Porteuses du gène Trio (n=34)	Non porteuses (n=27)	p
Taux d'ovulation	3,5	1,1	<0,01
Ovulation simple	5%	89%	
Ovulation double	11%	11%	
Ovulation triple/quadruple	70%	0%	
Ovulation quintuple ou plus	14%	0%	

Dynamique de croissance folliculaire et taille des follicules pré-ovulatoires

Dans un essai américain (GARCIA-GUERRA & al., 2017b), la dynamique des vagues folliculaires a été suivie sur 2 lots de vaches porteuses du génotype Trio (7 vaches) ou non (5 vaches), via un examen échographique quotidien réalisé sur la totalité d'un cycle, du jour des chaleurs jusqu'à l'ovulation suivante. Aucune différence n'a été mise en évidence entre lots quant à la répartition des cycles à 2 vagues ou 3 vagues ; plus de 70% des vaches ont présenté 3 vagues de croissance folliculaire dans chacun des 2 lots (Tableau 2).

Les follicules pré-ovulatoires des femelles porteuses du gène Trio sont beaucoup plus petits que la taille 'classique' : le plus gros mesure en moyenne 8,9mm (contre 14,9mm pour l'unique follicule pré-ovulatoire chez les non-porteuses), le plus petit 7,3mm. Après ovulation, le volume total du tissu lutéal produit par l'ensemble des follicules, ainsi que la production de progestérone des vaches « Trio », sont analogues à ceux mesurés chez les vaches non porteuses du gène.

Tableau 2 : Caractéristiques du cycle et de la croissance folliculaire chez des vaches en fonction de la présence du gène Trio (GARCIA-GUERRA & al. 2017b)

Critère	Porteuses du gène Trio (n=7)	Non porteuses (n=5)	p
Taux d'ovulation	4,0	1,0	0,001
Cycles à 3 vagues	5/7 = 71,4%	4/5 = 80%	0,99
Durée du cycle (jours)	23,0	25,2	0,032
Taille du plus gros follicule ovulatoire (mm)	8,9	14,9	<0,0001

Alors que les pics initiaux de FSH à l'amorce de chacune des vagues de croissance folliculaire ne diffèrent pas entre lots (mesure réalisée sur les cycles à 3 vagues), les concentrations en FSH en phase descendante de la courbe jusqu'à son nadir sont significativement plus élevées dans le Lot Trio, y compris au moment de la déviation (c'est-à-dire au moment de la sélection du follicule dominant, lorsque la croissance du plus gros follicule s'accélère). L'expression du gène de prolificité semble donc être associée à des concentrations plus élevées en FSH au moment de la déviation folliculaire.

Réponse à la superovulation

Chez la vache, le nombre de follicules antraux (AFC, définis comme les follicules de diamètre ≥ 2 mm, ce qui correspond aux follicules identifiables à l'examen échographique) est un bon indicateur de la capacité de réponse à la stimulation par la FSH dans le cadre de la superovulation. De plus, l'AFC est fortement corrélé à la concentration en hormone anti-Müllerienne (AMH). C'est pourquoi 2 études se sont attachées à comparer d'une part l'AFC et d'autre part la concentration en AMH de vaches porteuses, ou non, de l'allèle Trio. Il n'a pas été montré de différence entre génotypes pour les 2 critères (Tableau 3).

Tableau 3 : Nombre de follicules antraux et concentration en hormone anti-Müllerienne (AMH) chez des vaches en fonction de la présence du gène Trio (GARCIA-GUERRA & al. 2017a)

Critère	Porteuses du gène Trio (n=34)	Non porteuses (n=27)	p
Nombre de follicules antraux	24,5	23,1	0,54
Concentration en AMH (pg/ml)	285	236	0,65

Ces résultats indiquent, s'ils sont confirmés, que **ce n'est pas la taille de la population de follicules en développement terminal qui explique le taux d'ovulation plus élevé observé chez les vaches de génotype Trio.**

En conclusion, cette série d'articles montre, **comme chez les ovins, qu'un gène majeur contrôlant le taux d'ovulation existe chez les bovins.** La mutation dans sa cible présumée (une protéine 'Smad', protéine impliquée dans la voie de signalisation des membres de la famille des TGF) doit encore être finement caractérisée. Avant d'envisager une utilisation pratique chez les bovins (l'introggression d'un gène majeur dans une population se fait en quelques générations), il serait prudent de vérifier que ce gène à l'état homozygote n'est pas un facteur de stérilité, comme dans certaines races de brebis. Son utilisation en pratique devra, bien sûr, prendre en compte tous les problèmes associés aux naissances gémellaires (mortalité des veaux, rétention placentaires, freemartins et difficultés de mise à la reproduction ultérieure).

Un grand merci à Marc-Antoine DRIANCOURT pour sa relecture, ses conseils et commentaires avisés et son apport scientifique.

GARCIA-GUERRA & al. *Theriogenology* 2017a, 101 : 81-90
 GARCIA-GUERRA & al. *Theriogenology* 2017b, 101 : 100-113
 MORRIS. *Anim. Breed. Abstr.* 1984, 52 : 803-819
 MORRIS & al. *Livestock Science* 2010, 128 : 193-196
 KIRKPATRICK & MORRIS. *PLoS one* 2015, June 5 : 1-13
 MANSANET. *Thèse Université de Tours* 2013, 2014p (http://www.applis.univ-tours.fr/theses/2013/camille.mansanet_4531.pdf)

LE SAVIEZ-VOUS ?



24%

C'est le pourcentage de mortalité embryonnaire observé sur des vaches Holstein multipares inséminées alors qu'elles étaient déjà gravides. Ce résultat est tiré d'une étude américaine concernant 380 inséminations (IA). Cette valeur est significativement supérieure à celle de la mortalité embryonnaire spontanée mesurée dans le même essai (7%), sur la base de dosages de progestérone réalisés 3 fois par semaine jusque 75 jours après l'IA.

Les gestations les plus récentes ont été les plus sensibles au risque de pertes embryonnaires / fœtales en cas de ré-insémination : parmi les vaches ré-inséminées alors qu'elles étaient déjà gestantes, la mortalité embryonnaire a été constatée pour les vaches fécondées depuis 24 jours en moyenne, contre 36 jours pour celles poursuivant leur gestation malgré la ré-insémination ($p < 0.05$).

Les conséquences sur la fertilité sont importantes : l'intervalle entre vêlage et fécondation a été accru de 51 jours pour les femelles dont la ré-insémination a été associée à l'arrêt de la gestation : 157 jours contre 106 jours pour les vaches ayant poursuivi leur gestation.

Rappelons que la ré-insémination d'une vache gravide ne provoquant pas l'arrêt de la gestation est problématique également. En effet, l'éleveur pense alors que la femelle a été fécondée sur la dernière IA alors qu'elle l'est d'une IA antérieure ; de ce fait, en cas de traitement antibiotique au tarissement, celui-ci sera administré tardivement par rapport à la date du vêlage, avec des risques de niveaux élevés de résidus dans le lait inhérents à cette situation. Seul un diagnostic de gestation réalisé vers 35 jours après la dernière IA permet après vêlage d'éviter ces inconvénients ; il permet en effet de mettre en évidence une taille embryonnaire trop importante, incompatible avec une fécondation sur la dernière IA.

Dans l'étude américaine, il a aussi été constaté que 14.5% des vaches ont été inséminées alors qu'elles se caractérisaient par une concentration en progestérone dans le lait trop élevée ($>10\text{ng/ml}$). Les vaches déjà 'gestantes' représentaient 44% de ces femelles inséminées 'à tort', les 56% restantes étaient donc des vaches non gravides, en phase lutéale de leur cycle œstral.

STURMAN & al. 2000. Theriogenology, 53 : 1657-1667

4430

C'est le nombre d'éleveurs pratiquant l'insémination en 2016 en France (IPE pour Insémination par l'éleveur). Les IPE représentent 8% des IA totales, en évolution positive de 12% par rapport à 2015.

Document IDELE. L'insémination par l'éleveur (2 pages).
<http://idele.fr/presse/publication/idelesolr/recommends/linsemination-par-leleveur.html>