



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 3385](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/3385)

To cite this version :

BORIES, Pauline. *Chronopart de la truie en élevage : effet de la durée de mise bas sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques* . Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Toulouse 3, 2009, 112 p.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

Chronopart de la truie en élevage

Effet de la durée de mise bas sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2009
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Pauline, Charlotte, Eliette BORIES
Née le 25 septembre 1984 à RODEZ (Aveyron)

Directeur de thèse : **M. le Professeur Guy-Pierre MARTINEAU**

JURY

PRESIDENT :
M. Jean PARINAUD Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Guy-Pierre MARTINEAU Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Mme Véronique GAYRARD Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRES INVITES :
M. Fabien VAUTRIN Ingénieur Recherche et Développement à Farm'apro (22)
Mme Sylviane BOULOT Ingénieur à l'IFIP (35)

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. A. MILON

Directeurs honoraires M. G. VAN HAVERBEKE.
M. P. DESNOYERS

Professeurs honoraires :

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	
M. C. PAVAU	M. EECKHOUTTE	
M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
M. A. RICO	M. CABANIE	
M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistique, Modélisation*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHE

M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique Equine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*

M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*

M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*

M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*

Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*

Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*

Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*

M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*

M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*

Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*

M. **DOSSIN Olivier**, (DISPONIBILITE) *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*

M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*

M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*

M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*

Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*

M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*

M. **MAGNE Laurent**, *Urgences soins-intensifs*

M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*

M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*

Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*

M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*

Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*

M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENT CONTRACTUEL

M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*

M. **CORRAND Leni**, *Médecine Interne*

M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*

M. **IRUBETAGOYENA Iban**, *Médecine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*

M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*

M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*

M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*

Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*

M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

Remerciements

A Monsieur le Professeur Jean PARINAUD,

Professeur de l'Université de Médecine de Paul Sabatier qui nous fait l'honneur de présider notre jury de thèse, hommages respectueux.

Au Professeur Guy-Pierre MARTINEAU,

Professeur en Pathologie médicale du bétail et des Animaux de basse-cour à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse qui est à l'origine de ce travail. Je lui adresse mes plus sincères remerciements. Qu'il trouve ici la marque de mon respect et de ma reconnaissance.

A Madame Véronique GAYRARD,

Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury, sincères remerciements.

Mes remerciements vont ensuite à **Fabien VAUTRIN** et **Fabien LARCHER** pour leur aide si précieuse, pour m'avoir supporté tout le long de cet essai, pour leur patience et leur dévouement, même le dimanche soir jusqu'à deux heures du matin.

Que de temps passé à attendre la naissance du premier porcelet, que de stress pour ne pas rater le prélèvement d'ocytocine et tant de mots fléchés effectués !

Merci à vous deux, sans qui cette thèse n'aurait pu être rédigée ! Bonne continuation !

Merci au Docteur vétérinaire **Jean Noël SIALELLI** pour m'avoir permis de réaliser cette thèse et de m'avoir mis en contact avec l'IFIP et l'INRA de Saint Gilles. Merci de m'avoir accueillie au sein de ton équipe !

A Sylviane BOULOT, Marie-Christine PERE, Sophie DARE qui sont à la base de la réflexion de ce travail et pour leur encadrement tout au long de l'essai jusqu'à l'analyse statistique des données.

Je remercie Claire Prud'hom et Christophe Cornec pour votre motivation et votre aide durant cet essai. Désolé pour vos nuits passées dans le « Vito » ou dans les maternités !

J'adresse tous mes remerciements au laboratoire CEVA représenté par Elisabeth Sallé, pour avoir soutenu une partie du financement de cette thèse.

Je témoigne toute ma reconnaissance aux quatre éleveurs ayant participé à l'essai : Earl Poul Joly, SCEA Val des Cygnes, M. et Mme Verdier, EARL de La Videlais ainsi qu'au Gaec du Bois Saint Jean et à M. Christian Eon pour avoir cru en notre projet.

Certes le projet était ambitieux au départ pour des novices dans l'expérimentation, mais nous l'avons mené à terme, grâce à votre disponibilité et votre soutien. Je vous remercie de m'avoir fait partager votre travail et toutes vos connaissances. Ce fut un réel plaisir de travailler avec vous !

Un compliment à toutes vos truies qui ont bien voulu qu'on leur insère un cathéter dans la veine jugulaire et à tous ces porcelets que j'ai pu voir naître, à n'importe quelle heure du jour et de la nuit !

J'adresse toute ma reconnaissance et mes sincères remerciements à Jacques Matte et Michelle Guillette ainsi qu'à l'équipe de l'INRA de Saint Gilles pour m'avoir permis d'assister à la pose de cathéters sur les porcelets et de m'avoir donné tous vos conseils et astuces pour mener à bien cette étude.

Je remercie tous ceux qui ont participé à cette étude de près ou de loin, mais qui m'ont permis d'avancer petit à petit dans le projet et pour tous vos conseils, vos remarques, vos idées : l'équipe de Farm'apro pour son chaleureux accueil, l'équipe de Calimat, l'équipe de Calipro, les vétérinaires et techniciens d'élevage de la SELAS de la Cooperl, Pierre-Guy Marnet,....

A Madame Baron, pour votre sympathie et votre gentillesse et pour m'avoir ouvert la porte à votre maison.

A mes parents, mes frères et belles-sœurs, Nicolas et Sonia, Florian et Sophie pour avoir supporté mes hauts et mes bas et pour m'avoir soutenu dans mes études.

Au meilleur groupe de TP de la promo : La Muss, Julien, Laura, Steph, Julie, Roxane et Sophie.

A Gaëlle, Charlotte, Caro, Marion et Bubble, Claire-Lyse, Marie, Marcho et Marie, Allain...pour votre amitié.

A Pat, Alexis et Jérôme, mes Docteurs de week-end pour m'avoir pris sous votre aile.

A Alex B., Jean-Marie, Dumé pour votre bonne humeur et votre sympathie.

A notre parrain de promo, Pierre Desnoyers, pour votre disponibilité et vos conseils.

A notre cher regretté Lulu pour ta bonne humeur et tes petits cafés du midi et à Colette pour ta disponibilité.

Au Service de Pathologie du Bétail pour m'avoir enseigné le sens de l'observation et de la réflexion.

A la Clinique Vétérinaire de Baraqueville pour m'avoir donné le goût de la rurale et m'avoir appris les premiers gestes pratiques. Merci pour votre patience.

A la Clinique Vétérinaire du Siala à Castres pour m'avoir donné la chance d'exercer mon métier dans votre cabinet.

A mes amis de Baraqueville : Marine et Alex, Eme et Pierre, Pierre, Céline, David, Aurélie, Julie, Audrey.

A Fabien.... « mais oui, mais non... »

1 Préambule

Ce travail a été co-financé par la société Farm'apro, filiale de la Cooperl, à Lamballe et le laboratoire CEVA Santé animale, représenté par Elisabeth Sallé. Cette étude a été mise en place avec Jean Noël Sialelli et Fabien Vautrin (Cooperl-Farm'apro), Sylviane Boulot de l'IFIP (35), Marie-Christine Père, Sophie Daré de l'INRA de Saint Gilles (35), Guy-Pierre Martineau (ENVT) et a été réalisée en partenariat avec des éleveurs de la Cooperl.

Cette thèse a été initiée pour répondre à des difficultés que rencontre actuellement la filière porcine française, notamment avec la détérioration de la survie des porcelets à la naissance, qui est vécue comme un problème économique, éthique et social majeur.

Cette étude fait suite à un essai réalisé à Farm'apro sur l'apparition des diarrhées néonatales dans le but de décrire quelques aspects physiologiques de la cinétique de la mise bas chez la truie. La particularité de ce travail est qu'il se déroule dans des élevages de production de Bretagne.

Cette thèse est une contribution pour trouver des solutions afin de limiter voire réduire ces pertes et de comprendre de nouveaux éléments en matière de parturition.

2 Sommaire

1 PREAMBULE.....	4
2 SOMMAIRE	5
3 TABLE DES ILLUSTRATIONS	8
3.1 TABLEAUX.....	8
3.2 FIGURES	8
3.3 IMAGES.....	8
4 LISTE DES ABREVIATIONS	9
5 ETUDE PRELIMINAIRE.....	10
6 PREMIERE PARTIE	13
DONNEES EN RELATION AVEC LA MISE BAS CHEZ LA TRUIE	13
6.1 LE CYCLE OESTRAL	13
6.1.1 Le contrôle endocrinien.....	13
6.1.1.1 La phase folliculaire	13
6.1.1.2 La phase lutéale.....	14
6.1.2 L'ovulation	14
6.2 LA GESTATION.....	15
6.2.1 La reconnaissance et le maintien de la gestation : principaux mécanismes.....	15
6.2.2 Les modifications morphologiques des ovaires et de l'utérus et le développement embryonnaire et fœtal.....	18
6.2.2.1 Les modifications morphologiques des ovaires et de l'utérus	18
6.2.2.2 Le développement embryonnaire et fœtal	18
6.2.2.3 Type de placentation et placenta	18
6.3 MECANISMES DE LA PARTURITION CHEZ LA TRUIE	19
6.3.1 Comportement de la truie.....	19
6.3.2 Endocrinologie de la parturition.....	22
6.3.2.1 Progestérogène	22
6.3.2.2 Oestrogènes	24
6.3.2.3 Prostaglandines.....	25
6.3.2.4 Relaxine.....	26
6.3.2.5 Cortisol.....	27
6.3.2.6 Ocytocine	28
6.3.3 Bilan hormonal lors de la parturition	31
6.3.4 Les contractions.....	32
6.3.4.1 Déclenchement de la mise bas	32
6.3.4.2 Avancement de la mise bas	32
6.3.4.3 Suivi de la mise bas	33
6.4 CONTROLE DE LA MISE BAS	36
6.4.1 Déclenchement de la mise bas	36
6.4.2 Intervention humaine.....	37
6.5 CRITERES MAJEURS DE LA MISE BAS.....	38
6.6 FACTEURS DE VARIATION LIES A LA DUREE DE LA MISE BAS ET A LA MORTINATALITE	38

6.6.1	Les agents pathogènes et autres infections.....	38
6.6.1.1	SDRP	40
6.6.2	Alimentation.....	41
6.6.2.1	Au cours de la gestation	41
6.6.2.2	En fin de gestation.....	41
6.6.3	Etat de la truie à la mise bas.....	43
6.6.4	Les fibres alimentaires, les vitamines et autres éléments et la granulométrie.....	44
6.6.5	Les mycoses et les mycotoxines.....	46
6.6.6	La génétique	46
6.6.6.1	Les races pures	46
6.6.6.2	Les truies hyperprolififiques.....	47
6.6.7	Les conditions de logement en gestation.....	50
6.6.8	Les porcelets.....	51
6.6.9	Le rang de portée.....	53
6.6.10	Le stress en relation avec le comportement maternel.....	54
6.6.11	Pathologies de la truie à la mise bas.....	56
7	DEUXIEME PARTIE.....	58
	MATERIEL ET METHODES - ETUDE EXPERIMENTALE	58
7.1	OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	58
7.2	CHOIX DES ELEVAGES	58
7.2.1	Critères	58
7.2.2	Caractéristiques des élevages	59
7.2.3	Les élevages	60
7.3	CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION	62
7.4	LE CHRONOPART	63
7.5	VARIABLES PORCELETS	64
7.6	VARIABLES TRUIE	64
7.7	METHODE DE PRELEVEMENTS SANGUINS	66
7.8	DOSAGES HORMONAUX ET BIOCHIMIQUES	68
7.9	CALCULS ET ANALYSES STATISTIQUES	71
7.9.1.	Calculs.....	71
7.9.2	Détermination des deux groupes de truies	72
7.9.3	Analyses statistiques	72
8	TROISIEME PARTIE.....	73
	RESULTATS	73
8.1	« DEPOUILLEMENT » DES RESULTATS	73
8.1.1	Nombre de truies suivies	73
8.1.2	Choix du point pré mise bas pour le dosage des hormones	73
8.1.3	Caractéristiques des mises bas : résultats et discussion	73
8.1.4	Comportement et état de santé des truies	76
8.1.5	Effet élevage.....	78
8.1.6	Paramètres sanguins : résultats et discussion	78
8.1.6.1	Variations au cours du temps et selon les groupes.....	78
8.1.6.2	Relations entre les caractéristiques de truies et mises bas	82

9	DISCUSSION	83
9.1	GENERALITES	83
9.2	LA REPRESENTATIVITE DE L'ECHANTILLON	83
9.3	CRITERE « DUREE DE MISE BAS » : CRITERE SUBJECTIF OU OBJECTIF ?	83
9.4	L'INTERET D'UN TEST DE COMPORTEMENT AVANT LA PARTURITION ET ETAT DE SANTE DES TRUIES	84
9.5	CATHETERISME CHEZ LA TRUIE : DIFFICULTES RENCONTREES	85
10	CONCLUSION	87
11	BIBLIOGRAPHIE	106

3 Table des illustrations

3.1 Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des truies et de leurs portées	74
Tableau 2 : Réactivité et comportement des truies pendant la mise bas	76
Tableau 3 : Niveaux de paramètres sanguins	79

3.2 Figures

Figure 1 : Profils hormonaux pendant la gestation chez la truie	17
Figure 2 : Taux de progestérone et de corticostéroïdes autour de la mise bas chez la truie	23
Figure 3 : Principaux agents infectieux influençant les caractéristiques de la portée à la naissance	39
Figure 4 : Approche ALARME	60
Figure 5 : Cadence de naissance des porcelets selon le groupe de difficultés de mises bas	75
Figure 6 : Evolution du nombre de truies ayant une température corporelle supérieure à 39,5°C en cours de mise bas dans les deux groupes	77
Figure 7 : Evolution des paramètres sanguins en période péri-partum	79
Figure 8 : Niveaux hormonaux péripartum chez les truies à parturition facile (MBF) ou difficile (MBD).	82

3.3 Images

Image 1 : Chronologie imagée de la pose d'un cathéter jugulaire chez une truie à 4 jours du terme	88
Image 2 : Prélèvements sanguins au moment de la mise bas	90

4 Liste des abréviations

AGL	Acides Gras Libres
AGNE	Acides Gras Non Estérifiés
Bica.	Bicarbonate
Ca	Calcium
CK	Créatine Kinase
COOPERL	COopérative des Eleveurs de la Région de Lamballe
E2	Oestradiol
ESA	Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers
G	Gestation
Glu	Glucose
GTE	Gestion Technico-Economique
GTTT	Gestion Technique du Troupeau de Truies
Hb	Hémoglobine
Ht	Hématocrite
IA	Insémination Artificielle (nommée maintenant Insémination Animale)
IFIP	Institut de la Filière Porcine
Ig G	Immunoglobulines G
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
Lact.	Lactate
LW	Large White
LD	Landrace
MB	Mise Bas
MBF	Mise Bas Facile
MBD	Mise Bas Difficile
Mg	Magnésium
NT	Nés totaux
NV	Nés vivants
P4	Progestérone
Pt	Protéines totales
PGF _{2α}	Prostaglandine F _{2α}
UMR SENA Humaine	Unité Mixte de Recherches – Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine

5 Etude préliminaire

« Peut-on établir une relation entre les caractéristiques de la truie et de sa portée et l'apparition de diarrhées néonatales ? »

L'étude réalisée par le Docteur vétérinaire Jean-Noël Sialelli (Cooperl-Arc Atlantique), en partenariat avec l'INRA, l'IFIP et l'ESA Angers, en 2007, s'inscrit dans une problématique quotidienne des éleveurs, notamment du Grand Ouest. En effet, ces cinq dernières années, près de 20 % des éleveurs sont confrontés à l'apparition de diarrhées néonatales enzootiques sur les porcelets. Cette pathologie implique des pertes économiques importantes du fait de la mortalité, des retards de croissance et des frais vétérinaires occasionnés.

L'objet de cette étude est de faire ressortir les critères zootechniques liés à la truie ou aux porcelets susceptibles de favoriser l'apparition de diarrhées néonatales.

L'étude est réalisée dans neuf élevages, sélectionnés sur l'absence de facteurs de risque évidents (maîtrise de l'hygiène, du programme alimentaire, de la qualité de l'eau) après enquête téléphonique réalisée auprès d'un échantillon de 100 éleveurs effectuant un suivi régulier en GTTT au sein de la COOPERL. Cinq d'entre eux n'ont jamais connu de problème de diarrhées néonatales et quatre y sont régulièrement confrontés.

Les résultats révèlent la présence de deux catégories de truies à risques, à savoir celles qui présentent des difficultés de mise bas et celles qui sont en début de carrière (rang 1-nullipares- et rang 2-primipares-).

Dans les élevages confrontés à des diarrhées néonatales, les truies atteintes tendent à être plus jeunes que celles qui sont indemnes. Le rang de portée est donc un facteur de risque significatif. C'est pourquoi, dans notre étude, nous nous intéresserons seulement aux nullipares et aux primipares.

De plus, l'étude a révélé que la durée de la mise bas était plus longue (+ 90 minutes) dans les élevages atteints de diarrhées néonatales. Qui plus est, les auteurs ont noté qu'au-delà du cinquième porcelet né, un écart apparaît entre les truies indemnes et celles qui sont atteintes. Chez ces dernières, le sixième porcelet naît, en effet, en moyenne 54 minutes plus tard que chez les truies indemnes.

Les truies ayant des mises bas longues sont à l'origine de la prise tardive d'un colostrum en phase de décroissance immune pour un certain nombre de porcelets (derniers nés et hypoxiques).

En effet, le porcelet naît complètement dépourvu de protection immunitaire. La consommation de colostrum maternel, dans les quelques heures qui suivent la naissance lui procure une immunité systémique (Rooke et Bland, 2002). Une consommation insuffisante de colostrum, source primordiale d'énergie, est une cause majeure de la mortalité néonatale provoquée par la sous alimentation et l'hypothermie. Mais elle peut aussi conduire à un transfert insuffisant d'immunoglobulines maternelles au nouveau né résultant en une protection immunitaire insuffisante. L'acquisition d'une bonne immunité systémique a une importance primordiale pour la survie et le développement des porcelets. Selon les données bibliographiques, la perméabilité intestinale aux macromolécules commence à diminuer à partir de 6-12 heures d'allaitement et se poursuit pour devenir nulle à partir de 24-28 heures (Westrom et al., 1984).

La consommation de colostrum par le porcelet est déterminée à la fois par son aptitude à accéder à la mamelle puis à en extraire le colostrum, et par celle de la truie à produire du colostrum. Ceci est très variable d'un animal à l'autre. Les résultats de l'étude de Devillers et al. (2005) montrent que la production de colostrum dépend très peu des caractéristiques de la portée, taille et poids total alors que le poids vif d'un porcelet et sa vitalité sont des déterminants essentiels de sa consommation. La qualité immune du colostrum estimée par sa concentration en immunoglobulines G est également très variable d'une truie à l'autre mais indépendante du niveau de production. Les caractéristiques de la truie telles que son âge et son poids vif, celles du déroulement de la mise bas (durée, nécessité de fouille) semblent avoir peu d'influence sur le niveau de production de colostrum.

D'ailleurs, depuis plus de vingt ans, la sélection a permis d'augmenter fortement le potentiel de prolificité des truies. Ce potentiel qui s'est accru de deux à trois porcelets nés vivants par portée sur des races comme le Large White et le Landrace, se répercute sur la reproduction des truies et sur le déroulement des mises bas.

Dans ce contexte d'hyperprolificité et d'augmentation du nombre de porcelets sevrés par truie et par an, ces deux paramètres ne peuvent cependant s'exprimer totalement que si un ensemble d'autres facteurs est optimisé. De nombreuses études se sont attachées à caractériser les conditions techniques permettant d'atteindre le potentiel génétique. Ainsi, les effets de différents

paramètres de conduite alimentaire, de conduite de la reproduction, de condition de logement en maternité, d'amélioration de l'immunité des porcelets...ont pu être mis en évidence. Cependant, les mécanismes et les conséquences physiologiques et métaboliques des mises bas longues ont été peu étudiés chez la truie, alors même que l'augmentation de la prolificité accroît le risque de parts prolongés (Canario et al., 2006). Il n'est pas certain que les mesures préventives et correctrices traditionnelles (aliments fibreux, limitation des truies maigres, prévention des infections du tractus urinaire, calcium, ocytocine, fouilles,...) soient toujours adaptées.

L'allongement des mises bas est-il imputable à un mauvais démarrage de la parturition (mauvaise dilatation du col, contractions faibles ou peu efficaces) ? La fatigabilité du muscle utérin est-elle fréquente et peut-elle allonger la parturition et ou perturber le post-partum ?

L'objectif est d'étudier l'évolution de plusieurs paramètres physiologiques dans le cas de mises bas normales ou longues ou difficiles, afin d'en éclairer les causes et de proposer des hypothèses physiopathologiques. Leur intérêt diagnostique pour détecter des troupeaux à risques et préconiser des interventions adaptées sera discuté.

Ce travail porte sur des jeunes truies (nullipares et primipares) à mises bas rapides ou lentes (courtes ou longues). Il est basé sur un monitoring physio-métabolique en phase péri-partum, réalisé pour la première fois en condition d'élevage.

6 Première partie

Données en relation avec la mise bas chez la truie

6.1 Le cycle oestral

Chez la truie, le premier oestrus et la première ovulation coïncident en général et apparaissent entre 5 et 8 mois d'âge. A partir de la puberté, l'oestrus apparaît, à intervalles réguliers chez la femelle domestique au cours de l'année. Cette succession ou cyclicité est normalement interrompue par la gestation et la lactation. L'oestrus est défini comme la période où l'accouplement est accepté par la truie, il est accompagné d'un certain nombre de signes, il dure 50 heures en moyenne (Martinat-Botté et al., 1998). Le cycle oestral est l'ensemble des phénomènes qui se déroulent entre deux oestrus consécutifs ; sa durée est de 21 jours en moyenne, mais elle peut varier de 18 à 24 jours en moyenne (Martinat-Botté et al., 1998). Au cours de cette période, des mécanismes complexes interviennent pour modifier la morphologie et le fonctionnement de l'ovaire, des trompes utérines et de l'utérus.

6.1.1 Le contrôle endocrinien

Le cycle oestral est contrôlé par l'hypothalamus et l'hypophyse et implique aussi les ovaires et l'utérus (Martinat-Botté et al., 1998).

Le cycle oestral peut se subdiviser en deux phases :

- la phase lutéale, qui dure de 13 à 15 jours, est la période pendant laquelle les corps jaunes sont présents et sécrètent de la progestérone.
- la phase folliculaire, d'une durée de 4 à 6 jours, correspond à la croissance et à la différenciation terminale des follicules préovulatoires. Cette phase conduit à un nouvel oestrus accompagné d'ovulations.

6.1.1.1 La phase folliculaire

En l'absence d'embryons, l'utérus sécrète, à partir du 12^{ème} jour du cycle, des prostaglandines F_{2a} qui provoquent la régression des corps jaunes de l'ovaire et l'arrêt brutal de la

sécrétion de progestérone. A la suite de la chute de la progestérone, les sécrétions hypophysaires de FSH (Follicle Stimulating Hormone) et de LH (Luteinizing Hormone) augmentent et ces hormones vont stimuler la croissance folliculaire. Les follicules se mettent à sécréter des oestrogènes, en particulier de l'oestradiol, qui vont modifier l'activité de nombreux organes : l'utérus, l'hypophyse, l'hypothalamus,... Ils sont aussi responsables, par leur action au niveau du système nerveux central, de l'apparition du comportement d'oestrus. Au-delà d'un certain seuil de concentration, les oestrogènes provoquent une décharge de LH, celle-ci induit à son tour, l'ovulation.

6.1.1.2 La phase lutéale

Après l'expulsion de l'ovocyte, les follicules se transforment progressivement en corps jaunes qui sécrètent de la progestérone. La progestérone agit sur l'utérus pour le préparer à une éventuelle gestation et sur l'hypothalamus et l'hypophyse pour freiner leurs sécrétions. Au cours de cette phase, il n'est pas clairement établi si la prolactine participe avec la LH au complexe lutéotrope. Les variations du taux de ces différentes hormones dans le sang périphérique reflètent ces différents contrôles et rétrocontrôles.

6.1.2 L'ovulation

Les ovulations sont spontanées mais non simultanées. L'intervalle entre la première et la dernière ovulation peut durer de 30 minutes à 7h. En l'absence de tout traitement d'induction de l'ovulation, la durée, est en moyenne, de 3 à 4h (Du Mesnil du Buisson et al., 1970).

La concentration en progestérone augmente à partir du 4 ou 5^{ème} jour après l'oestrus, atteignant un maximum entre le 12 et le 14^{ème} jour.

La régression du corps jaune, provoqué par les prostaglandines PGF2 α d'origine endométriale, débute autour du 16^{ème} jour chez les femelles non gravides, et la concentration en progestérone périphérique diminue à un niveau basal inférieur ou égal à 1 ng/ml jusqu'au 17-18^{ème} jour, permettant ainsi le retour en oestrus. Cette diminution de concentration en progestérone permet la croissance et le développement des follicules, stimulés par la FSH et la LH d'origine pituitaire. Les follicules en croissance commencent à produire et sécréter leurs propres hormones,

principalement des oestrogènes. Les niveaux élevés d'oestrogènes dans le plasma induit le phénomène d'oestrus. Le comportement d'oestrus dure de 24 à 72 heures. Quand le taux d'oestrogènes atteint son pic dans la circulation sanguine, il y a formation du pic de LH qui déclenche l'ovulation. L'ovulation a lieu 36-42 heures après le début des chaleurs et dure habituellement 1 à 9 (en moyenne 2,9) heure(s) après l'ovulation du premier follicule (Soede et al., 1997). Le période optimale d'insémination varie en fonction du rang de portée de l'animal (nullipare ou multipare) et si l'intervalle sevrage-oestrus est de moins de 6 jours (Hughes et Pope, 2001). Ces auteurs suggèrent que toutes les femelles devraient être contrôlées pendant les chaleurs deux fois par jour. Les multipares et les nullipares qui ont un intervalle sevrage-oestrus (ISO) qui excède 6 jours devraient être inséminées à la première détection des chaleurs, alors que les truies qui ont un ISO de moins de 6 jours, l'insémination est conseillée 12 heures après la première détection des chaleurs. Toutes les truies devraient recevoir une seconde insémination 24 heures après la première si elles sont encore en chaleurs.

6.2 La gestation

Dans les conditions normales, une truie est en gestation pendant plus des deux tiers de sa carrière. L'établissement et le maintien d'une gestation dépendent de l'installation d'un « dialogue permanent » entre la mère et les fœtus. Au cours des 114 jours que dure en moyenne une gestation, les ovaires et l'utérus vont subir de très importantes modifications.

6.2.1 La reconnaissance et le maintien de la gestation : principaux mécanismes

Au cours de la gestation, l'état quiescent de l'utérus est attribué à la progestérone qui inhibe toute activité contractile utérine et empêche ainsi l'expulsion des embryons ou des fœtus. La concentration de progestérone dans le sang maternel reste élevée pendant toute la gestation (Robertson et King, 1974). L'ovariectomie d'une truie gravide entraîne l'avortement ; la source majeure de la progestérone nécessaire à l'installation et au maintien de la gestation a donc pour origine, chez la truie, les corps jaunes (First et Bosc, 1979). Ces corps jaunes ne doivent donc pas régresser comme cela se produit chez une truie non gravide à partir du 14^{ème} jour du cycle oestral.

Cette régression est sous la dépendance de l'utérus et l'action lutéolytique de l'utérus est inhibée chez la truie gravide.

Chez la truie gravide, les oestrogènes sécrétées très tôt par les blastocytes vers le 10^{ème} jour de gestation induisent le changement de la sécrétion de prostaglandine F_{2a} et empêchent la régression des corps jaunes. Cette action est locale, chaque embryon y contribue et plusieurs embryons sont nécessaires pour que la gestation s'installe. Ces oestrogènes constituent le signal de la gestation (Bazer et Thatcher, 1977) et ils sont en partie responsables du développement de l'utérus. Cette production n'est pas détectable dans le sang périphérique à ce stade. En revanche, entre 20 et 30 jours, on observe une augmentation transitoire qui est maximale à 25 jours puis une nouvelle augmentation à partir de 70 jours qui atteint un plateau peu avant la mise bas (Rombauts et al., 1971). Ces oestrogènes sont d'origine foeto-placentaire et ils vont intervenir dans de très nombreux processus de différenciation et de croissance.

La seule inhibition de la lutéolyse n'est pas suffisante pour maintenir la production de progestérone par les corps jaunes, celle-ci n'est autonome que pendant les 14 premiers jours de la gestation. Elle est sous la dépendance de LH jusqu'à 50 jours de gestation (Bazer et First, 1983 ; Kraeling et al., 1992). De fait, la sécrétion de LH reste épisodique tout au long de la gestation, le nombre d'épisodes de sécrétion ou pulses est cependant faible. Pendant la seconde partie de gestation, la prolactine serait le principal lutéotrope (du Mesnil, du Buisson, 1973 ; Dusza et Tilton, 1990).

Le maintien de la sécrétion de progestérone et de la gestation dépend de l'équilibre entre les facteurs lutéotropes et les facteurs lutéolytiques. Ces derniers sont contrôlés par des facteurs anti-lutéolytiques. Les facteurs lutéotropes et lutéolytiques sont principalement d'origine maternelle et les facteurs anti-lutéolytiques d'origine embryonnaire et fœtale. Cet équilibre peut être rompu à tout moment de la gestation en particulier par la mort des embryons ou des fœtus. A la fin de la gestation, les fœtus déclenchent une série de processus qui vont conduire à la chute de progestérone et à l'augmentation des prostaglandines (First et Bosc, 1979) et provoquer ainsi leur expulsion.

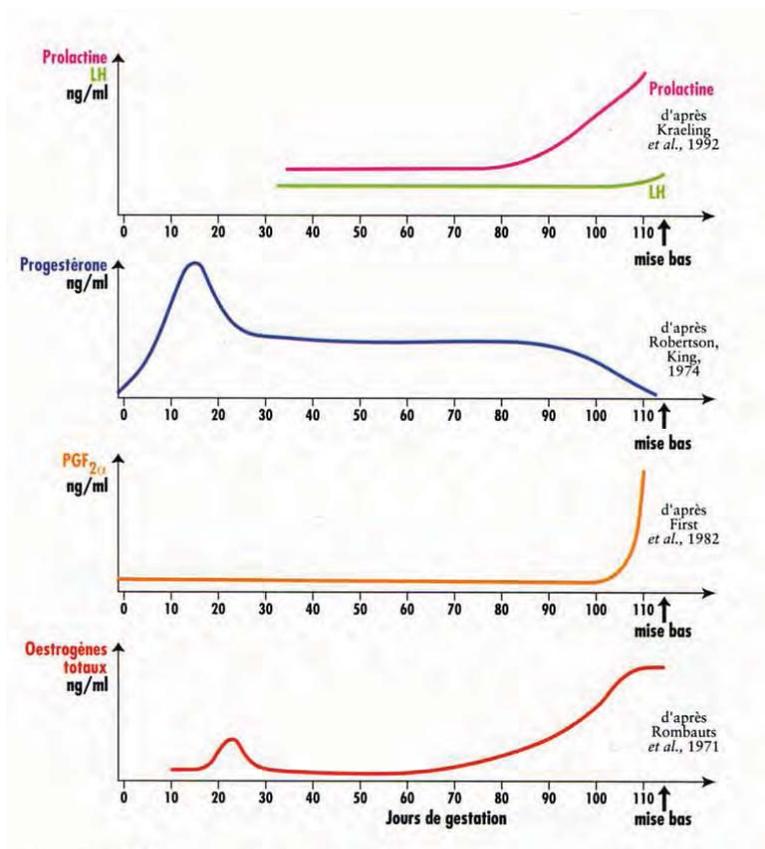


Figure 1 : Profils hormonaux pendant la gestation chez la truie. (Martinat-Botté et al., 1998)

6.2.2 Les modifications morphologiques des ovaires et de l'utérus et le développement embryonnaire et fœtal

6.2.2.1 Les modifications morphologiques des ovaires et de l'utérus

Selon les individus, la longueur totale des cornes utérines est comprise entre 3 et 4 mètres et ne présente pas de variations systématiques au cours de la période 8 à 30 jours de gestation (Martinat Botté et al., 1998). En revanche, l'épaisseur des cornes utérines s'accroît entre 20 et 30 jours de gestation, ce qui explique le changement de poids entre ces deux dates.

La longueur de l'utérus semble être un facteur limitant de la taille de la portée (Wu et Dziuk, 1987).

6.2.2.2 Le développement embryonnaire et fœtal

Une fois la fertilisation réalisée à la jonction utéro-tubaire, les embryons entrent dans l'utérus après 2 à 3 jours. A environ 10 jours, ils migrent le long des cornes utérines et se redistribuent sur l'ensemble de la longueur des deux cornes. Ils commencent ensuite à s'allonger et à s'attacher à l'épithélium luminal et à l'endomètre. L'attachement final se produit à environ 15 jours de gestation. Le placenta est alors formé et sera complètement fonctionnel à 35 jours. Après 35 jours, c'est-à-dire en période fœtale, la surface utéro-placentaire augmente jusqu'à 65 jours.

La croissance des embryons puis des fœtus est d'allure exponentielle, d'abord relativement lente pendant les deux premiers mois de gestation, elle est très importante au cours des dernières semaines précédant la naissance (Martinat-Botté et al., 1998).

6.2.2.3 Type de placentation et placenta

La placentation chez la truie est de type épithélio-choriale. Le placenta est diffus. En effet, il y a seulement accollement entre l'endomètre et l'allantochorion, qui se fait sur toute la surface. Le développement du placenta joue un rôle primordial. C'est pourquoi, les études font référence à la capacité de l'utérus à remplir sa fonction physiologique et nutritionnelle, sous le terme de capacité ou d'efficacité utérine. Elle dépend de la taille de l'utérus, des échanges en nutriments et

gazeux et de la surface du placenta (Webel et Dziuk, 1974). La capacité utérine a trois composantes : des agents utérins, placentaires et fœtaux (Mesa et al., 2003). Le rôle de la capacité utérine sur le développement du placenta et la mortalité fœtale qui s'en suit a été démontré par Père et al. (1997) : un environnement utérin restreint induit de la compétition pour l'espace et les nutriments, et donc un risque accru de mortalité prénatale. De plus, les pertes fœtales augmentent avec le nombre d'embryons qui atteignent ce stade (Hughes et Varley, 1980).

6.3 Mécanismes de la parturition chez la truie

6.3.1 Comportement de la truie

Le comportement des truies dans la phase qui précède et qui suit la mise bas est sous contrôle neuro-endocrinien. Des changements physiologiques et comportementaux importants interviennent au cours des 48 heures précédant la mise bas (Gordon, 1997). La parturition est associée à une modification de l'activité motrice de la truie la préparant à l'arrivée des porcelets. De nombreux travaux chez la rate ou la brebis ont permis de montrer que les changements hormonaux liés à la parturition étaient impliqués dans l'apparition et le contrôle du comportement maternel.

Les signes décrivant la préparation à la mise bas chez la truie sont (Signoret et al., 1975 cité par Gordon, 1997) :

- Vulve tuméfiée : 1 à 7 jours avant la parturition
- Sécrétion lactée : 6 à 48 heures avant la parturition
- Truie en décubitus latéral : 10 à 90 minutes avant la parturition
- Ecoulements vulvaires brunâtres : 1 à 20 minutes avant la naissance du premier porcelet

Le comportement maternel regroupe un certain nombre d'éléments qui varient en fonction de l'avancement de la mise bas et du type de comportement auquel on s'intéresse (nidification, relations mère-jeunes, relations à l'homme,...). Avant la mise bas, qui débute avec la naissance du premier porcelet, s'enchaînent successivement l'activité de nidification, la préparation à la mise bas, la truie diminuant progressivement son activité motrice. Ensuite, se produisent les

naissances et, une fois la majorité des porcelets nés, la truie reprend de l'activité pour entamer la reconnaissance mère-jeunes, nécessaire à la mise en place d'une activité synchronisée avec sa progéniture, lors des allaitements qui deviennent cycliques.

Les 72 heures avant la parturition, les truies deviennent de plus en plus actives (Hartsock et al., 1997). Le comportement de nidification est essentiel et représente un signe de la motivation de la truie à être mère (Jensen, 2001). Elles se lèvent, s'assoient, se couchent, changent de position, boivent, urinent, défèquent, rongent les barreaux, fouillent le sol, donnent des coups de pattes,...pendant les 24 heures avant la naissance du premier porcelet. Le pic d'activité a lieu 6 heures avant la parturition. Castrén et al. (1993) ont montré que cette activité s'achève lorsque la concentration en ocytocine augmente. Pendant la mise bas, le comportement de nidification peut se poursuivre (Pedersen et al. 2006). Les truies réalisant correctement ce comportement en entier, avec un feed-back satisfaisant, réalisent ensuite moins de changements de postures pendant la mise bas (Herskin et al. 1998 ; Pedersen et al. 2003). Thodberg et al. (1999) ont également montré que les truies qui terminaient plus tôt leur comportement de nidification, avant la mise bas, réalisaient moins d'écrasements.

L'évaluation des qualités maternelles de la truie au moment de la mise bas repose essentiellement jusqu'à présent sur la mesure de ses performances de reproduction à savoir la taille de la portée et la survie du porcelet. Néanmoins, le comportement maternel chez la truie inclut les réactions maternelles au cours des dernières heures de la gestation et pendant la mise bas, ainsi que l'établissement du lien mère-jeune et le soin aux jeunes sur la base d'échanges olfactifs et tactiles pendant et entre les tétés.

D'après une étude de Meunier-Salaün (2005) sur l'effet du génotype et l'incidence du mode de logement, sur le comportement maternel des truies, il semble que, quelque soit le mode de logement, les truies Meishan se caractérisent par une activité au sol supérieure à celle des animaux Large White ou Large White (LW) x Landrace. Ce comportement est assimilé dans le cas des truies à l'attache à une tentative de construction du nid qui trouve sa pleine expression chez les truies libres. L'augmentation de cette activité au sol, quelle que soit la race, coïncide avec l'augmentation des taux de prolactine, hormone légèrement reconnue comme une des hormones contrôlant le comportement de nidification chez les mammifères. Hartsock (1997) a noté une différence significative dans l'activité de la truie avant la parturition entre des truies en

cage ou en parc, avec des changements de position plus fréquents en cage, tout comme Claudio Oliviero l'a montré en 2007. La taille du parc n'affecte pas le comportement de la truie.

Au cours de la période péripartum, le temps consacré au repos est important (> 70 %) et équivalent dans les deux races. Pour les animaux à l'attache, on note néanmoins un repos en position ventrale plus fréquent chez la truie LW au cours des dernières 24 heures précédant la mise bas. Ce comportement peut aussi être assimilé à un état inhabituel de vigilance au cours de cette période et suggère que l'approche de la mise bas peut constituer un état d'inconfort chez des truies à l'attache.

Il a été observé également que l'attache n'a pas augmenté la durée de la mise bas chez les truies chinoises ou européennes.

Oliviero et al. (2007) ont montré, grâce à une caméra thermique et des capteurs photocellulaires placés sur des truies proches du terme, que le temps passé en décubitus 24 heures avant la parturition est plus élevé. La température corporelle augmente de presque 1°C, de 5 jours avant la parturition jusqu'au jour de la mise bas.

Dans l'étude de Canario (2007) sur l'évolution génétique des caractéristiques des porcelets et du comportement de la truie à la mise bas en race Large White, il a été montré que le comportement des truies lors de la mise bas peut avoir une large influence sur la survie des porcelets, car il peut conduire à des difficultés de mise bas. Les truies les plus maternelles se caractérisent par un comportement calme à la mise bas, c'est-à-dire par un temps important passé en décubitus latéral. Inversement, une plus forte activité de nidification et un nombre plus grand de changements de postures peuvent être considérés comme défavorables, car ils altèrent le rythme régulier des naissances et favorisent la rupture prématurée des cordons (Thodberg et al. 1999). L'activité de la truie est un caractère à optimum : signe d'anxiété quand elle est trop forte et de grosses difficultés quand elle est trop faible (état de prostration lié à la douleur).

Ayant observé ce comportement qui requiert des changements de postures extrêmes (passage de décubitus latéral pour les naissances à debout pour sa réalisation) en début de mise bas, les truies G77 (inséminées avec de la semence de verrats LW nés en 1977) sont plus anxieuses à la mise bas que les G98 (inséminées avec de la semence de verrats LW nés en 1998). La plus faible activité de nidification des truies G98 pourrait être liée à une perte de motivation et/ou une meilleure adaptation au système de production (Canario, 2007). Selon Jensen (2001), la

réalisation des mouvements de nidification ne serait pas suffisante pour réduire la motivation à construire le nid chez les truies parturientes anxieuses, et ce d'autant plus que le matériel de construction est en quantité limitée.

Cariolet (1991) a remarqué dans son étude sur les postures en phase de repos chez des truies bloquées en gestation, que la plus grande fréquence de la position décubitus latéral est associée à une moindre sévérité des problèmes de mise bas (difficulté d'expulsion des porcelets, hyperthermie, troubles de l'appétit, diarrhées sur les porcelets,...)

En résumé, le comportement des truies avant la parturition va conditionner le déroulement de la mise bas. Il est nécessaire de prendre en compte la génétique, le logement dans l'évaluation du comportement de la truie. L'observation du comportement de parturition de la truie aide pour la détermination du moment de début de la mise bas.

6.3.2 Endocrinologie de la parturition

Les différentes phases de la reproduction chez les animaux sont soumises à l'influence de nombreux facteurs externes et internes, en particulier, des hormones gonadotropes hypophysaires et des hormones stéroïdes sexuelles. Ces hormones stéroïdes sont synthétisées par l'organisme surtout à partir du cholestérol. Chez la femelle, que ce soit pendant le cycle oestral ou la gestation, les groupes d'hormones stéroïdes qui jouent le rôle principal sont les oestrogènes et la progestérone.

En même temps qu'une évolution du comportement maternel, des changements hormonaux ont lieu de façon séquentielle. Une augmentation du taux d'oestrogènes les 2 à 4 dernières semaines de gestation et une diminution de la concentration en progestérone les deux dernières semaines de gestation sont les signes de la préparation de la mise bas.

6.3.2.1 Progestérone

La source de progestérone pendant toute la gestation se situe dans les corps jaunes. En effet, la gestation n'est pas maintenue après ovariectomie et in vitro, le placenta est incapable de synthétiser de la progestérone à partir de ses précurseurs habituels. L'hypophysectomie entre le

4^{ème} et le 70^{ème} jour de gestation provoque l'avortement (du Mesnil du Buisson et al., 1969). La gestation est maintenue lorsque de la progestérone est administrée à la truie suite à l'hypophysectomie et lorsque le corps jaune est présent (Kraeling et Davis, 1974). Ainsi, la conclusion de cette étude est que le facteur lutéolytique pituitaire est indispensable au maintien du corps jaune normal pendant la gestation.

Trois semaines avant la parturition, chaque pic de LH est suivi par un pic de progestérone. Toutefois, juste avant la parturition, de un à deux jours avant (de 17 à 41 heures avant la parturition), le taux de progestérone fluctue jusqu'à un niveau très faible et est indépendant à ce moment là des fluctuations de LH (Ellendorff et al., 1979). La sécrétion de progestérone reste relativement constante pendant la plus grande partie de la gestation (Rombauts et al., 1962). Au niveau plasmatique, plusieurs auteurs ont trouvé des résultats équivalents : la progestéronémie se maintient à peu près constante : entre 10 et 15 ng/ml en moyenne. Au cours de la période prépartum, il y a une chute des taux plasmatiques de progestérone. Cette diminution a lieu dans les 7 derniers jours de la gestation. Certains des auteurs trouvent une chute de la progestérone plus tardive, dans les 48 heures avant la mise bas (Molokwu et Wagner, Killian et al. (1973)).

Virolainen (2004) a montré que la concentration en progestérone est plus faible dans la veine jugulaire comparée à la veine cave caudale chez des truies nullipares au 19^{ème} jour de gestation. Il semblerait qu'il existe un relargage de progestérone par les ovaires dans la veine

cave à certains moments, en même temps que les pulses de LH.

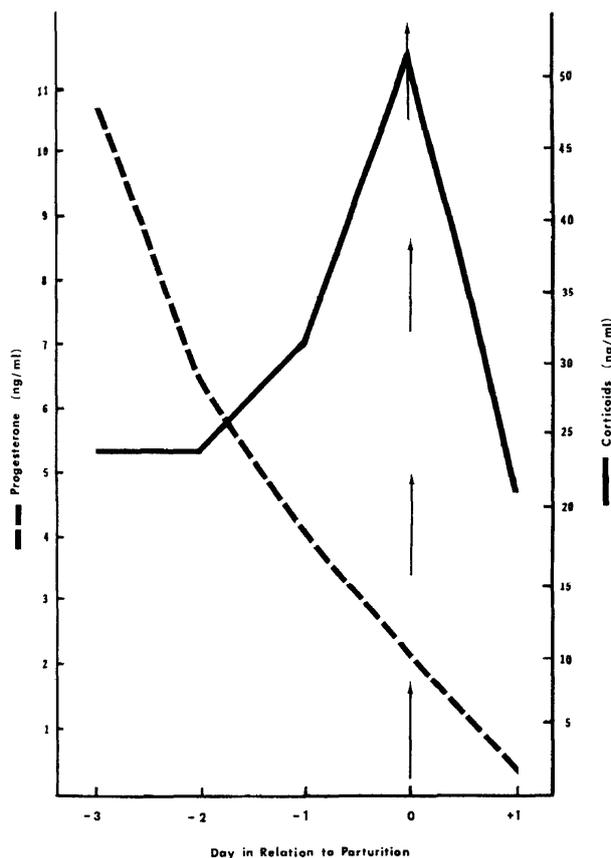


Figure 2 : Taux de progestérone et de corticostéroïdes autour de la mise bas chez la truie (Killian et al., 1973).

Dans les derniers jours, la concentration en progestérone est de moins de 2-3 ng/ml et peut diminuer jusqu'à 0,5 ng/ml (Martinat-Botté et al., 1998).

La concentration plasmatique en progestérone n'est pas associée au nombre de fœtus, au poids total des fœtus, au poids total du placenta ou au poids de l'utérus vide (Kensinger, 1986). La production de progestérone est cependant fortement corrélée au nombre de corps jaunes. Martin et Dziuk (1977) ont montré cependant que le nombre de corps jaunes n'a pas d'effet sur la durée de gestation ou sur le niveau de progestérone et d'oestrogène.

6.3.2.2 Oestrogènes

L'origine des oestrogènes pendant la gestation de la truie est essentiellement foeto-placentaire, ainsi que cela a été démontré sur des animaux hypophysectomisés, ovariectomisés ou surrénalectomisés (Fèvre et al., 1968, 1972). L'ablation de l'hypophyse a permis de montrer de plus que la sécrétion hormonale par le fœtus et le placenta continue à s'effectuer normalement sans aucune stimulation gonadotrope hypophysaire. La synthèse est relativement indépendante des stéroïdes précurseurs maternels. Les variations mises en évidence en fin de gestation ne peuvent donc provenir que d'une modification de la synthèse par l'ensemble foeto-placentaire.

Dans le plasma maternel, l'oestradiol 17 β ne présente guère de variation significative jusqu'à la veille de la parturition (Terqui et al., 1974). En revanche, l'oestrone augmente progressivement jusqu'à la mise bas et l'on a une bonne concordance entre les évolutions urinaires et plasmatiques. Chez la truie, la voie essentielle d'élimination des oestrogènes est l'urine et l'oestrone est le principal métabolite urinaire, puisqu'il représente environ les 2/3 des oestrogènes excrétés (Terqui et al., 1968, 1971). L'oestrone urinaire permet donc d'apprécier la production d'oestrogènes chez la truie gravide. La courbe d'élimination de l'oestrone pendant la gestation de la truie présente un aspect caractéristique que l'on ne retrouve chez aucune autre espèce animale. En effet, après des valeurs basses identiques à celles du cycle oestral, on observe, autour du 28^{ème} jour de gestation un premier maximum d'élimination pouvant atteindre 2 à 2,5 mg par 24h. Les valeurs de l'oestrone urinaire restent basses, voisines de celle du cycle, jusqu'au 75 ou 80^{ème} jour de gestation. A ce moment, les valeurs d'oestrone urinaire recommencent à augmenter rapidement pour atteindre les valeurs maximales au voisinage de la parturition (15 à

20 mg par 24h pour une portée normale). Dès la parturition, les valeurs s'effondrent brutalement : le 4^{ème} jour postpartum, nous retrouvons les valeurs du cycle. L'existence du premier pic d'élimination au 28^{ème} jour de gestation permet de contrôler l'état de gravidité.

Dans les heures qui précèdent la parturition, les concentrations plasmatiques en oestrogènes maternelles augmentent rapidement. Il semble cependant que les concentrations maximales soient atteintes avant l'expulsion des porcelets. Au même stade de gestation, l'excrétion d'oestrone est proportionnelle au nombre de fœtus. On pourrait donc prévoir la taille d'une portée avant la parturition.

Le taux d'oestrogène augmente continuellement du 11^{ème} jour prépartum (2 ng/ml) au 3^{ème} jour prépartum (6,4 ng/ml), et devient constant jusqu'à la parturition avec une chute précipitée 24h postpartum (2,5 ng/ml) (Baldwin et al., 1975).

6.3.2.3 Prostaglandines

Les prostaglandines sont produites par le myomètre, l'endomètre et le placenta. Parmi ces hormones, on trouve la PGE qui permet la maturation du col utérin et la PGF_{2α} qui est un agent contractant du muscle utérin. L'oestradiol et l'ocytocine stimulent la libération de PGF_{2α}.

Le principal mécanisme pour le maintien de la gestation est la prévention de l'activité lutéolytique de PGF_{2α} sécrété par l'endomètre utérin. La production de PGF_{2α} par l'endomètre est similaire en milieu de phase lutéale et au début de la gestation, mais la concentration en PGF_{2α} est significativement plus faible dans la veine utéro-ovarienne chez les nullipares gravides que non gravides (Franck et al., 1977 ; Shille et al., 1979). En début de gestation, le relargage de PGF_{2α} dans le système vasculaire est évité à partir du 12^{ème} jour, quand le corps jaune est encore sensible à l'action lutéolytique.

A la fin de la gestation, chez les espèces pour lesquelles le corps jaune est le lieu principal de la production de la progestérone, PGF_{2α} est considéré comme l'agent responsable de la levée de l'inhibition progestéronémique. C'est le cas de la chèvre, la lapine, la rate, la vache. Chez la truie, PGF_{2α} provoque la chute du taux de progestérone (Paquignon et Martinat-Botté, 1978). Une élévation de la sécrétion de PGF_{2α} a été constatée au moment de la chute du taux de progestérone ; cette élévation est, de plus, supprimée par un inhibiteur de la synthèse de ce composé, ce qui retarde la mise bas (Nara et First, 1977). Au cours de leur expérience, Nara et

First ont aussi montré le rôle essentiel de $\text{PGF}_{2\alpha}$ pour que l'activité utérine se développe normalement au cours du travail.

La régulation de la sécrétion de $\text{PGF}_{2\alpha}$ est un processus qui est mal connu chez la truie.

6.3.2.4 Relaxine

La relaxine est une hormone polypeptidique de structure hétérodimérique appartenant à la superfamille de l'insuline. Chez le porc, le rat ou le cobaye, elle joue un rôle essentiel dans la croissance et le remodelage des organes génitaux pendant la gestation et plus particulièrement au moment de la parturition, en provoquant l'élongation des ligaments pelviens et le relâchement du col de l'utérus (Chartrel et al., 2002).

La relaxine est un polypeptide produit par le corps jaune chez la truie, du 28^{ème} au 105^{ème} jour de gestation. Elle joue un rôle important dans les modifications de maturation du col utérin pendant une mise bas normale. Une étude a montré que les cellules musculaires circulaires et longitudinales contenaient les récepteurs à la relaxine (Gye-syk et Sherwood, 1995).

La concentration plasmatique en relaxine augmente dans les jours qui précèdent la parturition, avec un pic d'activité en moyenne de 12 à 14 heures avant le début de la parturition (Ellendorff et al., 1979). Ce changement coïncide avec la motricité utérine qui passe d'un état quiescent au travail. La relaxine et les oestrogènes interviennent dans le remodelage du collagène dans le col. En effet, la relaxine joue un rôle majeur dans la dilatation du col, chez la truie, mais aussi chez le rat ou le cobaye (Bagnell et al. 1993). Cette hormone est cruciale dans la facilité et la rapidité d'expulsion de tous les fœtus durant le processus de parturition et sur le nombre de nés vivants (Nara, 1982). La relaxine intervient dans la rapidité et la facilité de l'expulsion du placenta chez le rat et la truie. Elle intervient aussi dans le développement de la glande mammaire (Sherwood et al., 1993).

Une concentration élevée en relaxine pendant les 14 dernières heures avant le début de la parturition est associée à une augmentation de la durée de la mise bas mais pas à une augmentation du nombre de mort-nés (Wathes et al., 1989). Il existe une corrélation positive entre la concentration en relaxine et les intervalles de naissance des porcelets de 2 à 14 heures avant la parturition.

Le pic de relaxine a lieu chez les nullipares gravides au 113^{ème} +/- 0,7 jours et atteint 66 ng/ml puis diminue à 11 ng/ml en moins d'un jour, avant la naissance du premier porcelet (Felder et al., 1986). Chez la rate, la relaxine stimule la sécrétion basale d'ocytocine (Summerlee et al., 1998) mais rien n'a été montré chez la truie.

6.3.2.5 Cortisol

Les corticostéroïdes sont impliqués dans le déclenchement de la parturition. En fait, c'est le cortisol fœtal qui déclenche le processus. Chez la truie, la naissance dépend de l'axe hypophyso-surrénalien fœtal. En effet, la destruction de l'hypophyse fœtale qui entraîne une atrophie des surrénales, prolonge la gestation au-delà du terme normal. Inversement, l'administration d'ACTH aux fœtus provoque une mise bas prématurée (Bosc, 1973). L'élévation de la cortisolémie fœtale en fin de gestation est un reflet de la variation du fonctionnement de l'axe hypophyso-surrénalien. La prolongation de la gestation peut aussi être obtenue en induisant de nouveaux corps jaunes par l'administration de PMSG (Bosc et al., 1974) ou par administration de progestérone. Dans le cas d'hypophysectomie fœtale avec prolongation de la gestation, la cortisolémie fœtale est très basse et nous n'assistons pas à une chute des valeurs de la progestérone plasmatique maternelle. Il paraît donc que, dans le cas des gestations normales, l'élévation de la cortisolémie fœtale est un facteur lutéolytique et par conséquent lève le blocage de la parturition par la progestérone.

En fin de gestation, le cortisol plasmatique maternel ne présente pas de variations caractéristiques jusqu'au 112^{ème} jour : entre 30 et 40 ng/ml (Fèvre, 1974). La cortisolémie est maximale au moment de la mise bas et retombe deux jours post-partum à ses valeurs initiales. La fonction surrénalienne fœtale joue un rôle essentiel dans les mécanismes de la parturition. Les taux plasmatiques du cortisol fœtal entre le 70 et le 100^{ème} jour de gestation sont relativement bas et constants. Ils se situent entre 10 et 20 ng/ml dans le plasma. A partir du 110^{ème} et jusqu'au 112^{ème} jour, la cortisolémie fœtale s'élève progressivement pour atteindre en moyenne 6660 ng/ml. A ce moment se produit une montée brutale des concentrations et à la naissance le taux de cortisol plasmatique fœtal est de 210 ng/ml en moyenne. Dès la fin du premier jour de sa vie, il rechute aux environs de 20 ng/ml.

6.3.2.6 Ocytocine

L'ocytocine joue un rôle important pendant la parturition grâce à sa participation aux contractions utérines, à l'expulsion des fœtus mais aussi dans le comportement maternel.

Gilbert et al. (1994) ont montré que les pics de sécrétion d'ocytocine ne sont pas reliés dans le temps à l'expulsion des fœtus ou aux contractions visibles de l'abdomen. Ces résultats ont démontré que la sécrétion endogène de l'ocytocine est pulsatile pendant la mise bas.

Dans l'étude d'Oliviero et al. (2008) sur les effets de l'environnement sur la physiologie de la truie pendant la parturition, la concentration plasmatique en ocytocine affecte fortement la durée de la mise bas ($p < 0,001$). En effet, la durée de mise bas et l'intervalle de naissance entre les porcelets sont allongés chez les truies en cage par rapport à des truies logées en parcs. Ceci s'explique par le fait que la concentration moyenne des pulses d'ocytocine post-expulsion chez les truies en cage tend à être plus faible par rapport au groupe de truies en parcs. L'explication apportée pour expliquer une plus faible concentration des pulses d'ocytocine chez les truies en cage est qu'il existe une possible influence des opioïdes. En effet, il a été démontré que les opioïdes inhibent l'ocytocine pendant la mise bas (Bicknell et Leng 1982 ; Brown et al., 1999). De plus, le confinement et l'inactivité des truies en cage engendrent l'augmentation du relargage des opioïdes pendant la parturition avec, par conséquent des effets négatifs sur l'ocytocine. Dans l'étude d'Oliviero et ses collaborateurs, les mises bas (en moyenne, le nombre de nés totaux est de 12) dont la durée est de plus de 4 heures, donc qualifiées de longues, ont des pics d'ocytocine plus faibles que les mises bas normales, dont la durée est inférieure à 4 heures.

Sa concentration en fin de gestation est à la limite du seuil de détection (Forsling et al. 1979). Elle augmente fortement dans les heures précédant la mise bas (Gilbert, 1999) lorsque la concentration en progestérone devient inférieure à 10 ng/ml, puis redescend en fin de mise bas.

Par ailleurs, la sécrétion d'ocytocine est stimulée par le passage des fœtus dans le col de l'utérus (Gilbert et al. 1994). L'ocytocine stimule la contraction des cellules myoépithéliales mammaires ce qui explique une sécrétion et une éjection de colostrum quasi-permanente pendant la mise bas (Smith et al. 1991).

Sur le terrain....

En élevage, les mises bas sont très surveillées par les éleveurs et ce d'autant plus s'ils veulent être performants et avoir des résultats. Si les mises bas sont longues, si les intervalles

entre porcelets sont allongés, si le nombre de mort-nés est important, si une mise bas semble dystocique,... les éleveurs vont dans un premier temps réaliser un examen de l'appareil génital (« fouille ») afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de porcelets bloqués dans la filière pelvienne, puis il vont fréquemment utilisés de l'ocytocine. Le problème dans l'utilisation de l'ocytocine réside dans la posologie (dose, répétition). Ces mauvaises utilisations de l'ocytocine (dose supérieure à 10 UI par injection ou fréquence élevée des injections) vont entraîner l'éjection du colostrum ainsi que des hyper-contractions et des contractions anarchiques de l'utérus.

L'utilisation d'ocytocine durant la mise bas à faibles doses (1 à 2 U.I.), après avoir vérifié qu'aucun porcelet ne bloque le passage, permet d'accélérer l'expulsion des fœtus, grâce à une activité musculaire plus importante. Cette hormone est utilisée pour induire et augmenter les contractions utérines. Elle permet de relancer les contractions en cas de dystocie, lorsque leur intensité semble diminuer anormalement (atonie utérine). Néanmoins, en induisant une contraction des muscles utérins, une contractilité rythmique et intermittente de l'utérus est créée ; chaque contraction se traduisant par une pression sur les cordons ombilicaux, le flux de sang dirigé vers les porcelets est réduit, d'où un risque accru d'asphyxie. La relance des contractions peut s'avérer violente et conduire à des dommages ou la rupture précoce du cordon ombilical. Toutefois, au cours de la mise bas, la réactivité de l'utérus à l'ocytocine décroît, ce qui limite l'intérêt d'injections massives et/ou répétées (Pejsak, 1984).

L'étude de Mota-Rojas et al. (2007) sur l'évaluation du moment d'injection de l'ocytocine pendant la parturition sur la réponse de l'utérus et la probabilité d'avoir des porcelets mort-nés montre que l'administration d'ocytocine à des truies en début de mise bas provoque une augmentation de la durée et de l'intensité des contractions utérines. Par conséquent, la perfusion sanguine du placenta est plus faible et ainsi, le nombre de porcelets mort-nés augmente.

Cependant, l'administration d'ocytocine plus tardivement a des effets bénéfiques sur la réponse du muscle utérin.

Les signes cliniques majeurs observés sont une perte de colostrum par écoulement au niveau des mamelles, des signes de douleurs chez les truies (truies se levant au cours des mises bas), une augmentation du nombre de mort-nés, une rupture du cordon ombilical...Au regard de ces effets secondaires, on comprend qu'une mauvaise utilisation de l'ocytocine peut avoir des répercussions sur la durée de mise bas et sur les porcelets. En effet, les porcelets souffrent

d'hypoxie. Dans les études mexicaines, les mort-nés sont répartis tout au long de la mise bas alors que, sans ocytocine, les mort-nés surviennent surtout en fin de mise bas.

Cette mauvaise utilisation de l'ocytocine n'est pas propre à la France et se retrouve en Amérique du Nord avec comme conséquence, une augmentation notable du nombre de mort-nés. Ces observations ont amené Tokash, de la Kansas State University, à émettre en mai 2006 des règles de bon usage de l'ocytocine (Probst-Miller, 2007) :

- N'administrer de l'ocytocine que si le col de l'utérus est bien dilaté
- N'autoriser l'utilisation de l'ocytocine qu'à partir de la naissance du septième porcelet
- Utiliser l'ocytocine si une truie n'a pas eu de porcelets depuis plus de 40 minutes
- Utiliser 10 UI d'ocytocine par injection
- Utiliser un maximum de 2 injections par truie
- Ne pas utiliser l'ocytocine chez les truies de rang 1 et limiter l'utilisation aux vieilles truies
- Interdire la manipulation d'ocytocine par les femmes enceintes

Valros et al. (2003) (cités par Rydhmer et al., 2003) ont montré qu'un niveau basal d'ocytocine plasmatique élevé était lié à une meilleure croissance des porcelets. La sécrétion d'ocytocine pendant l'allaitement était liée à la quantité d'acides gras non estérifiés (AGNE) dans le sang et à la perte de poids de la truie en lactation. Ces résultats montrent que l'ocytocine ne participe pas uniquement au déclenchement du mécanisme d'éjection du lait, mais semble également accroître la mobilisation des réserves corporelles et la production de lait, conduisant ainsi à une meilleure croissance des porcelets.

Le nombre de fœtus joue un rôle important sur l'influence des concentrations hormonales maternelles. En effet, Kensinger et al. (1986) ont montré que les concentrations en sulfate d'oestrogènes et oestrone mais pas la progestérone ou la prolactine, sont associées au nombre de fœtus, au poids total des fœtus, au poids total du placenta ou au poids de l'utérus non gravide. Par ailleurs, seule la progestérone est fortement corrélée au nombre de corps jaunes.

En fin de gestation, au moment où la mise bas se prépare, se produisent donc chez la truie diverses modifications hormonales, plus ou moins simultanées. Nous assistons en effet à une baisse de la progestérone plasmatique maternelle liée à une augmentation de la cortisolémie fœtale et tout en fin de gestation à une brutale élévation des oestrogènes plasmatiques. On peut donc penser que ces différents phénomènes interviennent dans le déterminisme de la parturition et que les fœtus sont à l'origine des signaux qui déclenchent la mise bas.

6.3.3 Bilan hormonal lors de la parturition

Nous venons de voir que durant les 48 dernières heures avant la parturition et pendant l'expulsion des fœtus, de nombreux changements hormonaux ont lieu, affectant la progestérone, les oestrogènes, les corticostéroïdes, l'ocytocine, mais aussi d'autres changements comme l'activité électrique de l'utérus et le comportement de la truie. Il est difficile d'établir une séquence exacte des événements de la parturition. Le premier événement déjà mentionné est l'augmentation rapide suivie de la chute rapide de la relaxine. Ensuite, les corticostéroïdes plasmatiques atteignent un pic avant l'expulsion des porcelets. Cependant, ils chutent très rapidement dès la fin de l'expulsion de tous les porcelets. La progestérone décline continuellement pendant l'expulsion et après. Une première augmentation de la valeur de l'ocytocine est visible seulement quelques heures avant l'expulsion des porcelets et dépend de la chute de la progestérone. En somme, il y a nécessité que la progestérone atteigne un certain seuil pour permettre à l'ocytocine d'être sécrétée et que l'expulsion du porcelet a lieu.

D'un autre côté, la durée de mise bas est allongée dès qu'on administre de la progestérone à des truies immédiatement avant le début de la parturition (Minar et Schilling, 1970). L'autre phénomène est l'importante augmentation de l'ocytocine au moment de l'expulsion des fœtus.

L'électromyogramme utérin est clairement différent avant la parturition, pendant l'expulsion du fœtus et pendant l'expulsion du placenta (Taverne et al., 1979). L'expulsion du deuxième fœtus est caractérisée par une forte augmentation du niveau d'ocytocine et d'oestrogènes. La progestérone est à son niveau minimal à la fin de la naissance du dernier porcelet. La tétée induit une augmentation de l'ocytocine.

En résumé, en fin de gestation, au moment où la mise bas se prépare, se produisent donc chez la truie diverses modifications hormonales, plus ou moins simultanées.

6.3.4 Les contractions

6.3.4.1 Déclenchement de la mise bas

Ce sont les porcelets qui déclenchent la mise bas (Hunter, 1980), déterminant eux-mêmes le moment où ils doivent naître. Lorsque la mise bas approche, l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien du porcelet est activé, conduisant à des niveaux élevés de corticostéroïdes fœtaux. Des changements hormonaux déclenchent progressivement différents processus pour préparer la truie à mettre bas. L'activité du myomètre se développe, le cervix se dilate, les ligaments pelviens se relâchent et une dilatation du vagin se produit. Sa dilatation se fait en deux étapes. La phase latente correspond à un relâchement passif et une ouverture par diminution du tonus cervical. Cette phase continue jusqu'à une dilatation de 10-15 cm. Puis, la dilatation cervicale commence et est favorisée par les contractions utérines qui forcent le fœtus et ses membranes à progresser dans le cervix, puis vers le vagin.

6.3.4.2 Avancement de la mise bas

Les contractions musculaires sont à l'origine de la naissance. Chez une truie mature, le porcelet peut avoir à parcourir près de deux mètres de l'extrémité éloignée de l'utérus au point de naissance (Jones, 2005).

Le bouchon de mucus cervical est libéré. Le fœtus effectue généralement une rotation à partir de la position qu'il a maintenue pendant toute la gestation vers la position requise pour la naissance. Le cervix commence à se dilater. Ensuite, le premier porcelet commence à entrer dans le col et son sac amniotique se rompt, donnant lieu parfois à un léger écoulement de fluide. Le vagin est capable d'une très grande dilatation.

Chez la truie, un certain nombre d'allantoïdes-chorions sont fusionnés. C'est pourquoi, les membranes fœtales ne sont pas expulsées en plus de 2 ou 3 parties pendant la mise bas. A partir de 18 jours post-partum, l'utérus a repris une taille normale (Martinat Botté et al, 1997). La plus forte perte de poids de l'utérus survient dans les sept premiers jours qui suivent la parturition.

6.3.4.3 Suivi de la mise bas

L'activité du myomètre pendant la parturition est précédée et accompagnée par des changements du système endocrinien de la truie et des fœtus. Le déclin de la concentration plasmatique en progestérone et l'augmentation de la concentration plasmatique en oestrogènes sont une indication du début de la mise bas (entre 10 et 24 heures avant la parturition). Cependant, les niveaux de concentration d'ocytocine augmentent seulement à la naissance du premier porcelet (Taverne, 1979). Ainsi, les contractions utérines et l'activité électrique sont affectées par les changements hormonaux.

En fin de gestation (les trois dernières semaines), l'électromyographie de l'utérus montre des épisodes irréguliers de phases d'activité longues dans les segments d'utérus contenant un fœtus. Les segments d'utérus ne contenant pas de fœtus sont inactifs. Ce n'est seulement qu'entre 4 et 9 heures avant la naissance du premier porcelet qu'ont lieu les premiers changements sur l'électromyographe et que la fréquence des contractions augmente dans tout l'utérus. A ce même moment, les concentrations plasmatiques en ocytocine sont élevées. Lors de l'expulsion des porcelets suivants, la fréquence d'activité électrique augmente fortement mais leur durée est plus faible (Taverne, 1979).

Le muscle utérin est constitué de fibres longitudinales et de fibres circulaires (Kitazawa, 2003). Le muscle utérin subit des contractions spontanées. La gestation augmente les contractions par ces deux substances dans les fibres longitudinales et circulaires, alors que chez les truies non gravides, les contractions ne font intervenir que les muscles circulaires (Kitazawa et al., 2003).

Les truies de parité 1 et 2 ont un nombre plus élevé de contractions que les autres (Olmos-Hernandez et Mota-Rojas, 2006). Ceci pourrait suggérer que plus le canal pelvien est étroit, plus le nombre de contractions utérines est élevé avant la naissance du premier porcelet. Par ailleurs, ceci pourrait expliquer le plus grand nombre de porcelets mort-nés dû à une souffrance fœtale par asphyxie.

D'ailleurs, chez la femme des contractions de fortes intensités et en grand nombre peuvent être associées à une souffrance fœtale, à cause d'une diminution du flux sanguin dans l'utérus et les vaisseaux sanguins (Perlow et al. (1996) cité par Olmos-Hernandez et al. (2006)).

L'activité utérine au cours du travail est surveillée soit par tocographie interne soit externe.

La mise en place d'un cathéter intra-utérin (tocographie interne) permet d'enregistrer et de définir les différents paramètres de la contraction utérine. Ces paramètres sont le tonus de base,

l'amplitude (exprimée en mm Hg), la fréquence et la durée des contractions utérines. Au cours du travail normal, l'activité utérine quantifiée par ces différents paramètres va progressivement augmenter.

La tocographie externe, à l'aide d'un cardiotocographe, a l'avantage d'être non invasive et de ne pas utiliser de consommable. C'est la méthode la plus communément employée pour surveiller l'activité utérine au cours du travail. Elle fournit une bonne mesure de la fréquence des contractions utérines et une idée plus approximative mais acceptable de leur durée (Mercier et al., 1997).

Chez la truie, la tocographie externe a aussi été utilisée. En effet, la durée des contractions est la clé pour déterminer une détresse fœtale chez la truie. Par contre, si les contractions sont d'intensité forte et de longue durée, la souffrance fœtale est présente (Olmos-Hernandez et Mota-Rojas, 2006).

Chez la truie, une équipe mexicaine s'est récemment intéressée à l'activité utérine lors de la mise bas. Dans leur étude (2007) sur l'influence du moment d'administration de l'ocytocine pendant le travail sur l'activité utérine et la mortalité périnatale des porcelets, Mota-Rojas et al. ont utilisé un cardiotocographe de façon à suivre les contractions utérines de la truie. Ils ont considéré le début de l'activité utérine lorsqu'ils observaient un changement évident sur le tocogramme. La fin était déterminée lorsque l'activité utérine était à son niveau de pré-travail et lorsque la truie avait expulsé tous les porcelets. Pendant la mise bas, l'intensité (mm Hg), la fréquence (nombre de contractions/minute) et la durée (secondes) des contractions induites par l'ocytocine étaient mesurées par le cardiotocographe.

Les résultats ont montré que l'administration d'ocytocine diminue la durée de la mise bas de 20 à 40 minutes et l'intervalle de naissance des porcelets de 5 à 3 minutes. Par ailleurs, la durée et l'intensité des contractions, le nombre de porcelets recouverts de méconium et le nombre de porcelets morts intra-partum diminuent lorsque l'ocytocine est administrée pendant le travail, à la différence de l'administration pendant les premières phases de la parturition. En effet, l'intensité et la durée des contractions étaient plus importantes et en conséquence, la perfusion du placenta était moindre et engendrait une augmentation du nombre de porcelets mort-nés (Mota-Rojas et al., 2007).

Olmos-Hernandez et Mota-Rojas (2006) ont réalisé un état des lieux de la dynamique du muscle utérin lors d'une mise bas eutocyque (sans difficulté) dans le but d'adapter les traitements nécessaires lors de dystocies. 120 truies Yorkshire x Landrace divisées en groupe de 20 selon la parité (1 à 6), ont été suivies lors de la mise bas. La fréquence, la durée et l'intensité des contractions ont été enregistrées à l'aide d'un cardiotocographe ainsi que la fréquence cardiaque des fœtus pour déterminer un possible stress fœtal. Cette étude a montré que les truies de sixième parité ont des durées de mise bas plus courtes. Le pourcentage moyen de porcelets présentant une bradycardie sévère et une détresse métabolique était de 5,2 %. Le nombre de contractions utérines est plus important chez les primipares et les truies de rang 2. Les truies de rang 1 ont présenté des contractions ayant la plus forte intensité et le nombre plus important de porcelets en détresse cardiaque et, ainsi un nombre moyen de porcelets mort-nés plus important.

Chez la brebis....

De nombreux auteurs (Toutain, Marnet, Prud'homme, Rousseau) ont étudié l'activité électromyographique (EMG) du myomètre chez la brebis et particulièrement pendant l'oestrus. Cette activité est recueillie par des électrodes bipolaires de platine placées à demeure sur les cornes utérines selon la technique de Rousseau et Prud'homme (1974). Cette technique a permis d'expliquer de nombreux mécanismes chez la brebis.

Une autre technique utilisée chez la truie, pour mesurer les contractions utérines, consiste à insérer, de manière non chirurgicale, un cathéter dans la lumière de l'utérus par voie vaginale (Bouwman, 2003). Les deux méthodes, cathéter utérin chronique et EMG, ont été comparées dans une étude chez la truie pendant l'oestrus (Claus, 1989). Il semblerait que le cathéter utérin est plus sensible que l'EMG pendant une période (du 6^{ème} au 13^{ème} jour du cycle oestral).

Chez des truies miniatures, l'EMG a permis de montrer que l'activité électrique de l'utérus dépend fortement de la clairance de la progestérone et de la relaxine plasmatiques. La relaxine commence à être libérée une fois qu'a lieu l'inhibition du myomètre, c'est-à-dire pendant la période où la progestérone chute (Watts, 1988).

6.4 Contrôle de la mise bas

6.4.1 Déclenchement de la mise bas

La possibilité de contrôler efficacement la parturition de la truie a été développée depuis quelques années grâce aux propriétés de la prostaglandine $F_{2\alpha}$ ou de ses analogues. Aujourd'hui, l'induction des mises bas à l'aide de prostaglandines (cloprosténol, Planate ®) est une pratique qui était très répandue, mais de plus en plus remise en question dans l'élevage porcin (Martineau, 2009).

Ces composés provoquent la régression des corps jaunes et la chute du taux de progestérone. Ils lèvent donc l'inhibition exercée par cette hormone stéroïde sur l'activité musculaire de l'utérus.

Cette facilité d'induction de la parturition permet donc de ré envisager la conduite à adopter au moment de la mise bas.

Les intervalles traitement-parturition sont peu variables, ils varient en moyenne de 22 à 29 heures. Une pratique commune est d'induire les mises bas un jour avant la date prévue du terme.

Tout le problème réside dans le calcul de la date prévue du terme : quand est-ce que la fécondation a-t-elle eu lieu, à la première insémination, à la deuxième, voire à la troisième ? Quelle est la durée moyenne de gestation au sein du troupeau ? Quelle est la variabilité de cette moyenne entre individus ?

Quoi qu'il en soit, ils ne doivent pas être utilisés trop précocement, les porcelets doivent être suffisamment matures, sous peine d'augmenter les pertes post-natales des porcelets. Un déclenchement trop précoce de la mise bas (à 110 jours de gestation ou moins) par des prostaglandines entraîne une diminution importante du poids des porcelets à la naissance et nuit à leur viabilité, et donc, aux performances de production (Pressing, 1992).

En revanche, l'injection de prostaglandines ne semble pas avoir d'effet direct sur le taux de mortinatalité et ses effets sur la durée ou les pathologies de la mise bas sont contradictoires (Pressing, 1992). L'article de Harding (2007) montre que le risque relatif de morbidité est deux fois plus élevé chez les porcelets issus de truies induites.

Leur emploi permet à l'éleveur de mieux organiser son travail en facilitant les adoptions, en limitant les charges de main d'œuvre avec, en particulier, la suppression de la majorité des

mises bas de fin de semaine et la nuit et en permettant une utilisation plus rationnelle des installations de maternité.

6.4.2 Intervention humaine

L'examen de l'appareil génital, est fréquent en élevage porcin, pendant la mise bas. Les éleveurs sont très présents pendant les mises bas et n'hésitent pas à fouiller à plusieurs reprises une même truie qui présente ou non une mise bas dystocique. Certains vont jusqu'à retirer un par un tous les porcelets.

La durée de la mise bas dépend de la présence de mort-nés qui sont responsables d'intervalles entre naissances longs (Fraser et al., 1997).

Pour English et Morrisson (1984), l'intervention humaine lors des mises bas longues permet de diminuer le taux de mort-nés, à condition de le faire avec soin et en respectant les conditions d'hygiène.

En conclusion, la synchronisation des mises bas, couplée à une bonne surveillance autorisant une intervention rapide, permet d'améliorer les performances de reproduction, alors qu'une synchronisation seule est inutile.

Les effets obstétricaux et fœtaux de la stimulation manuelle des mamelles seule ou associée à l'ocytocine ont été évalués chez des truies avec mise bas dystocique par Gonzalez-Lozano et al. (2008). Une diminution de l'intensité des contractions utérines dans le groupe recevant une stimulation mammaire par rapport au groupe témoin a été observée. De même, le nombre de porcelets nés vivants avec liquide amniotique modérément à sévèrement méconial est réduit de 3,3 fois et la mortalité périnatale est réduite de 50% dans le groupe recevant une stimulation mammaire. La stimulation mammaire procure des avantages obstétricaux et fœtaux chez les truies dystociques.

6.5 Critères majeurs de la mise bas

Chez le porc, les aptitudes maternelles sont l'ensemble des caractéristiques de la truie qui vont influencer la survie et la croissance de sa progéniture, jusqu'au sevrage. Parmi les aptitudes maternelles, figurent sa gestion des ressources en relation avec son appétit et son état corporel, sa production laitière en relation avec les caractéristiques de sa mamelle, les facilités de mise bas incluant la capacité à mettre bas sans aide et la cinétique de mise bas (avec comme indices la durée de la mise bas, le rythme et la régularité des intervalles entre naissances de porcelets issus de la même portée). Le poids des porcelets et la taille de portée sont des caractéristiques importantes des aptitudes maternelles. Le comportement maternel de la truie est également une composante majeure. Il comprend notamment l'attention de la truie vis-à-vis de sa progéniture, le comportement pendant le processus de mise bas et en lactation.

L'ensemble des mécanismes hormonaux et d'activité du muscle utérin ont un impact important sur les deux principaux critères du bon déroulement de la mise bas : la durée de la mise bas et le taux de mortinatalité.

6.6 Facteurs de variation liés à la durée de la mise bas et à la mortinatalité

De nombreuses questions se posent pour optimiser la mise bas : Comment préparer la truie ? Avec quel programme alimentaire ? Comment intervenir à la naissance et dans les heures qui suivent ? Comment éviter au maximum les pertes ? Autant de questions qui renvoient à l'alimentation, au logement, à l'ambiance, à la conduite d'élevage, mais aussi au comportement de l'éleveur qui entraînent des différences significatives sur la durée de la mise bas et le taux de mort-nés.

6.6.1 Les agents pathogènes et autres infections

Certains agents pathogènes ont une action directe sur la mortinatalité et les problèmes de parturition (EDE, ITP, 2000).

Certains agents viraux sont responsables d'une mortinatalité élevée ou de problèmes de parturition. Néanmoins, il semble difficile d'estimer pour l'ensemble des élevages français, l'importance de la mortalité virale par rapport à une mortalité non infectieuse. Certains des agents pathogènes sont aussi responsables de la présence plus ou moins importante de porcelets momifiés, notamment la parvovirose et le syndrome dysgénésique et respiratoire porcin (SDRP) (Eich, 1897 ; Tubbs, 1995 ; Laval, 1998). Avec l'éradication de la maladie d'Aujeszky, il y a donc un virus en moins dans le paysage porcin français. Il faut rappeler également que l'infection par le virus du SDRP est régionale.

Dans l'espèce porcine, la survie du porcelet est étroitement liée à l'état de santé de sa mère. Les mises bas longues, qui durent plus de 6 heures, sont souvent à l'origine d'une forte mortinatalité (Eich, 1987). De même, les infections urinaires (parfois dues à une sous-consommation d'eau), les problèmes locomoteurs ou un état d'embonpoint trop important, seraient aussi à l'origine de troubles de la reproduction chez la truie.

Effet sur	Faible portée	Momies	Morts nés	Avortement	Mortalité post natale
Type d'agent pathogène					
Parvovirose	++	+++	++	+	+
Leptospirose	+	+	+++	++	+++
Rouget	+	+++		++	+
Maladie d'Aujeszky	+	+	+	++	+++
Salmonellose			++	++	+
Peste porcine africaine			++	++	
Peste porcine classique			++	++	
Streptococcie					++
Staphylococcie				+	
SMEDI (entérovirus)	++	+	+	++	+++
Encéphalomyocardite	+		++		++
Brucellose	+	+	++	+++	
Listériose			++	++	++
Toxoplasmose			++	+++	+
Chlamydiose			+	+	
Eperythrozoonose				+	
Grippe porcine (Influenza)	+	+	+	++	
Colibacillose		+	+		+
EVH (Corona Virus)				+	+++
SDRP	+	++	++	++	+++
Erysipelas				+	
Actinomycoses				+	+++
Pseudomonas		+	+++		

Figure 3 : Principaux agents infectieux influençant les caractéristiques de la portée à la naissance (Eich, 1987 ; Tubbs, 1995 ; Laval, 1998, cité par le Cozler et al., 2000).

De plus, l'éperythrozoonose appelée aussi *Mycoplasma suis*. *M. suis* adhère aux globules rouges et peut ainsi être transmis in utero. Les principales conséquences de cette maladie sont l'anémie, un allongement de la durée de mise bas et la naissance de porcelets faibles, anémiés qui ont un faible taux de survie (Leman et Hilley, 1979).

En fin de gestation, la température corporelle de la truie augmente et reste élevée pendant toute la lactation (Prunier et al., 1997), à cause d'une activité métabolique importante. Au moment de la mise bas, et vraisemblablement en réponse au stress induit par ce phénomène, une augmentation du taux de corticostéroïdes est observée (Randall et al., 1983 ; Le Cozler et al., 1999), entraînant une légère augmentation de la température corporelle. Néanmoins, comme le note Klopfenstein et al. (1997), s'il est admis que la température des truies avec « portée-problème » (forte mortalité et faible croissance en début de lactation) est plus élevée que celles sans problème, le seuil de température pour déclarer une truie malade varie de 39.4°C à 39.8°C. L'absence de relations claires et précises de la température rectale élevée sur la mortalité et la croissance de la portée montre la difficulté d'utilisation de ce seul critère (Klopfenstein et al. 1997).

6.6.1.1 SDRP (Robert, 2004)

Les premiers signes cliniques liés au SDRP apparaissent après une incubation de 3 à 37 jours. On observe principalement deux catégories de symptômes : des troubles respiratoires et des troubles de la reproduction.

Un des tropismes sur les truies est l'appareil génital. Les troubles de la reproduction consistent en des retours en chaleur, des résorptions embryonnaires, des avortements tardifs (après 90 jours de gestation), des mises bas prématurées (112 jours avant terme) ou même parfois un allongement anormal de la durée de gestation quand tous les porcelets sont morts in utero. Dans les portées atteintes, on observe des mort-nés, des momifiés, des porcelets chétifs. La mortinatalité résulte d'une infection tardive (après 90 jours de gestation). Au début de l'apparition de la maladie en France, on observait jusqu'à 40 % de pertes en maternité.

Le virus du SDRP entraîne des lésions placentaires. Les placentas prennent une couleur grise. Les cellules épithéliales nécrosent et desquament. Les lésions sont localisées sur les tissus d'origine maternelle mais des particules virales sont retrouvées dans les tissus fœtaux.

Selon le stade de gestation, les lésions sur les fœtus varient. En fin de gestation, les fœtus meurent mais ne présentent pas de lésions externes particulières. Si l'infection a lieu plus tôt, les fœtus morts peuvent commencer un processus d'autolyse et prendre un aspect macéré. Si l'infection a lieu encore plus précocement, les fœtus peuvent se momifier.

6.6.2 Alimentation

6.6.2.1 Au cours de la gestation

Le niveau d'alimentation en fin de gestation a peu d'effet sur le poids et sur le développement embryonnaire, si l'aliment est équilibré. Le développement des fœtus est prioritaire par rapport aux dépôts maternels (Everts et Dekker, 1994). Toutefois, l'augmentation du niveau alimentaire au cours de la gestation entraîne une augmentation du poids des porcelets à la naissance (Seerley, 1974), alors qu'une restriction énergétique le diminue (Pond et al., 1996). Pour English et Morrisson (1984), l'obtention d'un gain de 0,1 kg par porcelet à la naissance, nécessite un surplus de 1300 MJ d'énergie digestible (ED) en gestation, soit près de 100 kg d'aliment par rapport à une alimentation conventionnelle. Par contre, ce surplus énergétique, tout comme une teneur plus élevée des régimes en protéines ou acides aminés, est sans effet sur la taille de la portée. L'augmentation du poids moyen à la naissance n'entraîne toutefois pas nécessairement une plus grande homogénéité des portées à la naissance et le problème des porcelets légers demeure. Enfin, ce surplus énergétique peut entraîner un gain de poids excessif pour la truie et entraîner des complications au moment de la mise bas (syndrome de la truie grasse notamment).

Une des solutions à ce problème proposée par Nathalie Quiniou (Symposium Farm'apro, 2009) est d'individualiser la ration de gestation. Les travaux menés à l'INRA permettent de calculer les besoins de gestation de la truie à l'aide de modèles factoriels qui intègrent la connaissance du rang de portée, du poids et l'épaisseur de lard dorsal (ELD) à la saillie, de l'objectif de poids et d'ELD à la mise bas, de la productivité, du mode de logement, des conditions d'ambiance (Dourmad et al., 2008).

6.6.2.2 En fin de gestation

Un faible niveau d'alimentation en fin de gestation influence peu le poids du porcelet à la naissance, mais diminue le poids du foie et de sa réserve de glycogène (Svendsen, 1992). La teneur en glycogène du foie est multipliée par 15 durant les quinze derniers jours de gestation (English et Edwards, 1996). Dans le cas d'un niveau d'alimentation maternel faible, le porcelet disposerait ainsi de moins de réserves énergétiques et serait plus sensible à l'influence de son

environnement. Ceci est également observé lors d'une diminution de la durée de gestation de 1 à 3 jours, qui entraîne une diminution des réserves du porcelet et de ses chances de survie en lactation (English et Edwards, 1996).

Selon English et Morrisson (1984), une supplémentation en énergie (au moyen de graisses ou de glucides) des régimes en fin de gestation permet d'améliorer le taux de survie des porcelets, grâce à une augmentation de leurs réserves en glycogène. Ceci ne serait alors efficace que dans les élevages ayant un fort taux de mortalité avant sevrage. Selon ces auteurs, cette augmentation de la teneur énergétique des aliments en fin de gestation permettrait également d'accroître la teneur en lipides du colostrum et du lait maternel, et ainsi, d'améliorer la survie du porcelet sous la mère. Pour Averette et al. (1999), l'augmentation de la teneur en graisses du régime a un effet marqué sur le colostrum des multipares par rapport aux primipares, dont le développement mammaire est incomplet. Cependant, même si la taille de l'échantillon est limitée, ces auteurs soulignent que l'augmentation du taux de graisses peut aussi entraîner un nombre de mort-nés plus important (0,48 contre 1,23 porcelets).

Une étude canadienne (Shaeffer et al., 1991) indique quant à elle qu'un régime enrichi en protéines (avec de la caséine) permet d'avoir moins de porcelets mort-nés ou momifiés (1,6 vs 0,6) qu'un régime iso-énergétique à plus faible teneur en protéines. Les porcelets nés vivants dans ces portées ont une teneur plus élevée en protéines musculaires.

Kemp et al. (2009) ont montré que des repas riches en graisses pendant la lactation augmente le taux de matière grasse du lait et par conséquent les truies ont une balance énergétique négative pendant la lactation. Ceci pourrait être bénéfique lorsque la température extérieure est élevée puisque la production de chaleur par la truie est plus faible lorsque le gras est utilisé comme source d'énergie.

En fin de gestation, les besoins d'entretien des truies sont importants car leur poids vif est élevé et, en cas d'inadéquation des apports, les mobilisations de réserves corporelles sont nécessaires (Noblet et al., 1990). Si 5 % seulement des besoins énergétiques totaux de gestation sont utilisés pour la croissance utérine, ces besoins sont plus élevés en fin de gestation (15 % des besoins journaliers). D'après Noblet et al. (1985, 1987), le besoin énergétique pour le développement intra-utérin de la portée est faible mais il double pendant le dernier mois et triple pendant la dernière semaine de gestation. Ainsi, le dépôt énergétique lié à la reproduction passe de 120 kcal/j à 70 jours de gestation à 450-500 kcal/j en fin de gestation (110 jours), dont 72 %

pour les fœtus. Une ration de 2,4-2,8 kg/j d'un aliment standard permet de couvrir ce besoin pour des portées de 10-12 porcelets. Dans ce cas, cela explique l'effet limité de la quantité d'aliment allouée sur le poids de naissance que la ration soit maintenue constante ou non tout au long de la gestation (Cromwell et al., 1989). Or, les besoins des fœtus et utérus sont couverts en priorité par rapport au développement des dépôts maternels (Everts et Dekker, 1994). L'augmentation du niveau d'alimentation en fin de gestation n'aura donc que peu d'effets sur le porcelet, mais aura un effet sur le développement mammaire, permettant de limiter les diminutions des réserves corporelles, tout en favorisant les dépôts protéiques chez la truie (Noblet et al., 1990).

De plus, d'après Quiniou (2005), le déroulement de la mise bas diffère selon la conduite alimentaire. L'augmentation de la ration en fin de gestation est associée à une plus grande facilité de mise bas et une meilleure vitalité des porcelets. En effet, l'apport supplémentaire d'aliment au-delà du 100^{ème} jour de gestation a été raisonné en fonction du gabarit des truies à l'insémination. En moyenne, les truies suralimentées en fin de gestation ont reçu 800g/jour de plus que les truies témoins, mais l'apport global d'aliment sur 114 jours était identique pour les deux groupes d'animaux. Dans ces conditions, le poids et l'ELD à la fin de la gestation sont identiques pour les truies des deux lots et le déroulement de la mise bas n'est donc pas biaisé par ces critères. La proportion de mort-nés n'est pas significativement affectée, bien qu'elle passe de 7 % chez les truies témoins à 5 % chez les truies suralimentées. Par ailleurs, la cadence de mise bas est meilleure jusqu'au 15^{ème} porcelet né, ce qui favorise la consommation d'un colostrum.

6.6.3 Etat de la truie à la mise bas

Kemp et al. (1996) déconseillent une alimentation trop riche en fin de gestation, car elle est à l'origine d'une intolérance au glucose de la mère entraînant une mortalité élevée. Le Cozler et al. (1998) observent également une intolérance au glucose forte en fin de gestation chez des nullipares grasses au moment de l'insémination par rapport à des animaux plus maigres, tous les animaux recevant le même niveau d'alimentation en gestation.

Outre ces aspects directs sur la mortalité, un état d'embonpoint excessif est défavorable à la consommation d'aliment en lactation (Dourmad, 1988 ; Le Cozler et al., 1998).

Quelle que soit l'étude considérée, il semble donc que l'augmentation de la ration en fin de gestation ne soit pas une façon suffisante pour mieux préparer la truie à ingérer plus d'aliment en maternité.

En conclusion, d'après l'étude de Quiniou (2005), la distribution d'une ration plus importante pendant les dernières semaines de gestation doit s'accompagner d'apports moins élevés au cours des semaines précédentes afin d'éviter un état d'embonpoint excessif qui pourrait pénaliser le déroulement de la mise bas et de la lactation. Dans cette étude, l'application d'une telle conduite permet d'obtenir un état corporel identique en fin de gestation.

Pendant la gestation, la truie augmente son ELD de 1 mm tous les mois. A la mise bas, les truies avec plus de 22 mm ont des problèmes de mises bas longues, des mort-nés et une mauvaise lactation (Barcelo, 2005). D'après l'étude de Dourmad (2001), il semble raisonnable de retenir un objectif de 16 à 19 mm au sevrage et de 19 à 22 mm à la mise bas, indépendamment du numéro de portée, l'écart entre ces deux objectifs devant se situer entre 2 et 4 mm. En pratique, le plus important pour atteindre ces objectifs est de favoriser au maximum la consommation pendant la lactation, l'alimentation pendant la gestation servant seulement à corriger l'état des réserves.

Oliviero (2009) a montré que les truies grasses (épaisseur de lard dorsal supérieur à 18 mm) ont significativement une durée de mise bas plus longue que les truies maigres (race Finnish Yorkshire x Finnish Landrace). Le qualificatif de « gras » varie grandement entre les auteurs.

Dans l'étude de Zalesky (1993), le score de l'état général de la truie est élevé en même temps que l'hémoglobininémie est élevée. Le poids de naissance de la portée diminue en même temps que la taille de la portée augmente, que l'état corporel de la truie augmente et que le taux d'hémoglobine de la truie augmente. Le nombre de mort-nés augmente lorsque le taux d'hémoglobininémie de la truie est inférieur à 9 g/100 ml.

6.6.4 Les fibres alimentaires, les vitamines et autres éléments et la granulométrie

L'incorporation de fibres végétales dans l'alimentation des truies présente l'avantage de permettre d'augmenter le volume du repas sans pour autant augmenter l'apport énergétique quotidien (Noblet et al., 1993).

Paboeuf et al. (2000) ont montré que la taille de portée à la naissance n'est pas significativement différente chez des truies avec un régime enrichi en fibre (CB : 11,04%) en

gestation comparativement à des truies alimentées avec un régime témoin (CB : 6, 83%). Aucun effet significatif du régime n'est observé sur le nombre de porcelets mort-nés ainsi que sur le poids des portées à 48h.

Les fibres agissent également favorablement sur les truies, en limitant la constipation à la mise bas (Oliviero et al., 2008). Les régimes contenant plus de fibres autour de la mise bas réduisent de façon significative la constipation des truies sans avoir d'effets négatifs sur leur balance énergétique.

L'effet de la granulométrie des aliments sur les performances et le comportement des truies en gestation-lactation a été étudié par Castaing et Cambeilh (2001). Trois granulométries d'aliments distribués en farine ont été comparées. Avec la granulométrie de 0,45 mm, la constipation des truies est marquée mais sans conséquence sur le déroulement des mises bas. Avec la granulométrie de 0,65 mm, la constipation est moins marquée et la station debout après le repas est prolongée. Avec la granulométrie de 0,85 mm, les truies ne sont pas constipées, mais la durée de mise bas est allongée de 10 %. Chez les truies non constipées, la mortalité des porcelets est supérieure de 3 %, les porcelets sont plus légers à la naissance de 70 g et le nombre de porcelets sevrés diminue de 0,9 par truie par an. L'efficacité alimentaire de cet aliment grossier, relativement au poids de portée sevrée et au gain de poids des truies, est réduite de 6% comparativement à la mouture fine. L'explication à cela n'est pas évoquée.

Chez la truie reproductrice comme chez toutes les espèces animales, le métabolisme calcique est extrêmement sollicité afin d'assurer la croissance de la mère et des fœtus/nouveaux nés. Plusieurs mécanismes de régulation interviennent : des facteurs alimentaires (apports en phosphore et en magnésium, en acides aminés basiques) interfèrent avec la régulation hormonale prépondérante qui met en jeu des facteurs hyperglycémiantes (parathormone, vitamine D,...) et des facteurs hypoglycémiantes (calcitonine). Par conséquent, un déséquilibre phosphocalcique de la ration (déficit en calcium, excès en phosphore) ou un déséquilibre hormonal (excès de calcitonine, de vitamine D, ou carences en vitamine D et hypoparathyroïdisme) peuvent engendrer des troubles aigus (hypocalcémie du péripartum) ou chroniques. Cependant, même si les troubles liés à une variation de la calcémie sont rares ou rarement rapportés chez la truie, le calcium joue un rôle dans la motricité musculaire donc des contractions utérines. Par conséquent,

d'après Moinecourt et Prymenko (2006), dans les élevages où le taux de mort-nés avec des mises bas longues est élevé, on pourrait soupçonner l'existence de carences subcliniques en calcium lors du péripartum. En effet, une étude clinique a montré qu'une perfusion d'EDTA a engendré l'annulation des contractions utérines, chez trois des quatre truies testées (Ayliffe et al., 1984).

Ayliffe et al. (1984) ont induit de façon expérimentale un état d'hypocalcémie chez des truies pendant la mise bas et en post partum. L'activité utérine a été mesurée par la mise en place d'un cathéter intra-utérin. Lorsque la concentration plasmatique en calcium est inférieure à 6 mg pour 100 ml, il y a une diminution de l'activité utérine pendant la mise bas. L'utérus de la truie pendant le post-partum semble plus sensible aux effets de l'hypocalcémie avec une réduction de l'activité utérine lorsque la concentration plasmatique en calcium est à 8,2 mg pour 100 ml et il y a un arrêt complet de l'activité lorsque les valeurs en calcium sont comprises entre 6 et 7 mg pour 100 ml. L'hypocalcémie n'a pas d'effet sur le nombre de porcelets nés vivants.

Dans les conditions normales de mise bas, les variations de concentrations plasmatiques en calcium sont faibles, mais elles sont importantes pour le magnésium (Le Cozler et al., 1999).

6.6.5 Les mycoses et les mycotoxines

Certaines mycotoxines peuvent influencer les performances de reproduction (EDE, ITP, 2000). Les moisissures sont fréquentes dans les aliments, la contamination intervenant avant la récolte des matières premières, durant leur stockage ou leur transformation... et ce, d'autant plus facilement que les conditions de température et d'humidité sont favorables. Les toxines de champignons affectant la reproduction chez la truie sont surtout la zéaralénone (mortinatalité, infécondité,...) et certains alcaloïdes de l'ergot (mise bas prématurée, mortinatalité accrue,...).

6.6.6 La génétique

6.6.6.1 Les races pures

Le pourcentage de porcelets nés morts, exprimé par rapport au nombre de porcelets nés vivants, est supérieur chez les truies de race Large White que chez les truies de race Landrace, quel que soit le numéro de portée. Les truies Large White produisent toutefois davantage de porcelets nés vivants et sevrés que les truies Landrace (Source GTTT, 1990).

Dans une expérience visant à estimer les évolutions génétiques réalisées dans la population Large White française entre 1977 et 1998, Tribout et al. (2003) ont montré une augmentation de la taille de la portée, mais aussi de la mortinatalité. L'étude de Canario (2007) vise à estimer les évolutions génétiques dans la population Large White française, de la mortinatalité et les caractéristiques de la truie et des porcelets potentiellement associées. La mise bas a été comparée dans deux groupes de truies LW (G77 et G98) obtenus par insémination avec de la semence de verrats nés en 1977 ou 1998. A la mise bas les truies G98 se distinguent des truies G77, non seulement par une prolificité supérieure mais aussi par une durée de gestation plus courte, des porcelets plus lourds et aux cordons davantage noués et vides de sang à la naissance. Les truies G98 semblent plus attentionnées mais subissent pourtant plus de pertes à la mise bas.

La diminution de la durée de gestation, de plus d'un jour, n'est que partiellement expliquée par l'augmentation de la taille de la portée. Elle peut être préjudiciable à la maturité des porcelets à la naissance (Canario et al., 2005) et accentuer les risques de mortalité.

6.6.6.2 Les truies hyperprolifiques

L'inclusion, depuis une quinzaine d'années, de la prolificité comme une composante majeure de l'objectif et de l'indice de sélection a entraîné une forte augmentation de la taille des portées à la naissance dans les lignées de porc maternelles (Tribout et al., 2003 ; Banff, 2008).

L'amélioration de la prolificité des truies résulte principalement de l'introduction dans les élevages de production d'animaux hyperprolifiques, du type Large White et Landrace Hyper ou du type hybride sino-européen. Ces races ont un potentiel de reproduction élevé et les généticiens ont sélectionné des animaux produisant des portées de plus en plus nombreuses. Leur introduction dans les élevages de production français s'est donc traduite par une augmentation du nombre de porcelets nés vivants et du nombre de porcelets mort-nés. Toutefois, les évolutions du nombre de porcelets nés vivants (de 10,7 à 12,5 en 20 ans) sont nettement plus rapides que l'augmentation du nombre de porcelets mort-nés sur la même période (EDE, ITP, 2000).

Il n'existe que très peu d'études dans la littérature sur les facteurs de variation de la durée et du rythme de mise bas et sur leurs relations avec les caractéristiques de la portée à la naissance.

L'étude de Canario et al. (2004) fournit les premières estimations des paramètres génétiques de ces caractères et de leurs relations avec les caractéristiques de la portée.

La comparaison de types génétiques a permis de mettre en évidence des différences globalement conformes aux résultats de la littérature pour les caractéristiques de la portée, avec une plus grande prolificité et des poids individuels de porcelets plus faibles et plus homogènes à la naissance chez les truies Meishan que dans les autres types génétiques (Large White, Duroc x Large White et Laconie). Malgré leurs caractéristiques de reproduction différentes, aucun effet significatif du type génétique n'a pu être mis en évidence sur la durée ou le rythme de mise bas. Ce résultat pourrait en partie être lié aux faibles effectifs disponibles pour certains types génétiques, notamment la Meishan. En effet, la durée de mise bas plus courte et la prolificité supérieure des truies Meishan devraient être associées à un rythme de mise bas accéléré (pas de différences significatives obtenues).

Il semblerait qu'une augmentation de la taille de la portée est principalement associée à une cadence de mise bas plus rapide (en opposition avec l'hypothèse avancée par Randall, 1972), et est peu liée à la durée de la mise bas. La mortalité périnatale est également faiblement associée à la durée de mise bas, mais la proportion de mort-nés augmente avec l'intervalle entre deux naissances. Ce dernier résultat est en accord avec Fraser et al. (1997), qui observent toutefois une relation entre mortalité et durée de mise bas plus nettement positive que dans cette étude. Enfin, l'absence de relation entre la durée ou le rythme de mise bas et les variables caractérisant l'homogénéité en poids de la portée à la naissance tend à montrer que l'hétérogénéité des portées, et notamment la présence de porcelets de poids élevé, n'est pas associée à des mises bas plus longues. Cependant, le nombre élevé d'interventions humaines peut avoir réduit les variations de durée de mise bas et ses relations avec les caractéristiques de la portée.

La durée et le rythme de la mise bas apparaissent comme des caractères très peu héréditaires.

Les corrélations obtenues en race Large White suggèrent qu'une augmentation de la taille de la portée se traduirait par une réponse significativement positive sur la durée de mise bas. Il serait difficile d'éviter cette évolution en sélectionnant directement sur la durée de la mise bas, à la fois parce qu'il s'agit d'un caractère très fastidieux à mesurer et parce que sa faible héritabilité limiterait l'efficacité de sa sélection.

D'après l'étude de Canario, la proportion de porcelets mort-nés est indépendante de la durée de la mise bas et est négativement corrélée avec le rythme de mise bas sur le plan génétique.

Van Dijk et al. (2005) montrent dans leur étude sur les facteurs intervenant dans la durée de mise bas et l'intervalle de naissance des porcelets que les truies Large White x Meishan ont une durée de mise bas très courte alors que les truies Landrace allemande ont une durée de mise bas longue.

Holm et al. (2004) ont montré via un modèle que les truies ayant des critères génétiques élevés pour l'assistance à la naissance et des durées de mise bas longues (> 4 heures) donnent naissance à un nombre plus élevé de porcelets mort-nés.

Les caractéristiques du tractus génital de la truie, notamment son utérus, influencent la survie et la croissance prénatale de sa portée, mais peuvent également avoir un effet sur l'aptitude des porcelets à survivre pendant ou après la mise bas.

Wilson et al. (1999) ont proposé d'utiliser l'efficacité placentaire, mesurée par le rapport entre le poids du porcelet et le poids de son placenta comme critère d'amélioration de la prolificité et des aptitudes maternelles des truies. L'idée était en partie issue des comparaisons entre truies occidentales et Meishan (Ford, 1997). Ces dernières possèderaient des placentas plus légers, mieux vascularisés et globalement plus efficaces qui leur permet de s'accommoder d'un plus grand nombre de porcelets dans l'espace utérin (Wilson et al., 1999). Un placenta plus fin facilite les échanges materno-fœtaux et donc la croissance des porcelets (Biensen et al., 1998). Outre la croissance ralentie des porcelets Meishan, l'environnement utérin des truies Meishan a un effet inhibiteur sur la croissance fœtale qui serait du à une limitation de la croissance placentaire (Mesa et al., 2003).

Canario et al. (2006) ont estimé en race Large White, des paramètres génétiques de la mortinatalité, de la taille de la portée et de la cinétique de mise bas et ont montré que la mortinatalité est un caractère plus héritable ($h^2=0,19$) que la durée de mise bas ($h^2=0,10$) et qu'ils sont positivement corrélés ($r=0,42$). Le nombre de porcelets vivants est beaucoup moins corrélé à la mortinatalité et à la durée de mise bas que le nombre de nés totaux ; son utilisation comme critère de sélection devrait donc permettre de limiter l'augmentation de la mortinatalité.

L'ensemble du processus de la mise bas a évolué en réponse à la sélection. La durée de la mise bas est pressentie comme une cause majeure de l'augmentation de la mortinatalité. Dans l'étude de Canario (2006), l'analyse des causes de mortinatalité montre en effet clairement que

les porcelets qui naissent plus tardivement sont associés à un risque beaucoup plus important d'asphyxie et donc de mort. Ces porcelets sont préférentiellement ceux situés en haut des cornes utérines, même si les résultats sur les mécanismes de l'ordre de naissance en fonction de la position dans la corne utérine restent controversés. Cependant, même si elle semble s'être légèrement allongée en 2^{ème} portée, la durée de mise bas ne semble pas à elle seule pouvoir expliquer l'accroissement de mortinatalité, notamment en première portée.

6.6.7 Les conditions de logement en gestation

Selon Prunier et al. (1994), l'intensité lumineuse n'a pas d'effet sur la croissance pondérale des fœtus, même si elle peut agir sur les fonctions de reproduction de la truie.

Une température élevée et continue en début de gestation diminue le taux de fertilité, la survie embryonnaire et la taille de la portée (Warnick et al., 1965 ; Omtvedt et al., 1971). Selon Dizuk (1992), les hautes températures provoqueraient une modification des conditions de circulation du sang vers la périphérie du corps afin d'assurer une meilleure thermorégulation. Ceci se ferait au détriment de la circulation fœtale et donc, entraînerait une diminution du flux de nutriments vers les fœtus. Mais une variation cyclique de la température en début de gestation n'a pas d'effet sur la survie embryonnaire (Liao et Veum, 1994). En fin de gestation (J 110 à 114), Lynch (1989) n'observe pas d'effet d'une température maintenue à 27°C sur le nombre de porcelets nés vivants, alors qu'Omtvedt et al. (1971) observent une mortinatalité plus forte chez les truies maintenues au chaud (37°C) entre J 102 et J 110. Prunier et al. (1994) concluent que des températures élevées en gestation favorisent la croissance pondérale des fœtus.

Plus la durée de l'intervalle entre l'entrée en maternité et la mise bas augmente, plus le taux de mortalité diminue. Pour Cariolet (1999), le pourcentage de truies sans problèmes de mise bas tend à être supérieur chez les truies mettant bas plus de 10 jours après l'entrée en maternité. Celles-ci à un stade avancé de gestation, ainsi qu'une manipulation brutale des truies en gestation sont considérés comme facteurs de risque de mortinatalité par Pejsak (1984).

Des truies en première et deuxième portées et logées dans des cases de 60 cm de largeur ont moins de problèmes de mise bas et des taux de mortalité tendant à être plus faibles que chez des truies de même rang de portée logées dans des cases de 67 cm (Cariolet, 1991). Le résultat

inverse est obtenu pour des parités supérieures ou égales à 3. Une cage de mise bas inconfortable ou trop petite, des conditions environnementales et d'hygiène peu favorables en maternité favorisent les risques de mise bas difficile (Pejsak, 1984). Fraser et al. (1997) concluent quant à eux qu'une cage de mise bas plus grande qu'une cage conventionnelle n'influence pas la durée de mise bas ou le taux de mort-nés, confirmé aussi par Oliviero.

En comparant les truies bloquées en gestation ou en liberté, le pourcentage de primipares sans problèmes à la mise bas est significativement plus élevé chez celles élevées en liberté, par rapport à celles qui sont en stalles bloquées (Cariolet, 1991). Pour Svendsen et Bengtsson (1983), les truies gestantes en groupe de 6/7 et nourries individuellement ont une durée de mise bas plus courte que les truies logées en stalle individuelle, mais le nombre de porcelets morts pendant la mise bas est le même. Oliviero et al. (2008) confirment ce résultat. En effet, des truies placées dans des cages de mise bas de 80 cm x 210 cm ont une durée de mise bas plus longue (+ 93 minutes) que des truies logées dans des parcs de 210 cm x 335 cm. De plus, l'intervalle de naissance entre chaque porcelet est plus élevé chez les truies en stalle que chez les truies en parcs. Ils ont montré que la moyenne des pulses d'ocytocine post partum tend à être plus élevée chez les truies en parcs. Une étude similaire a montré que les truies en stalles ont des taux d'ocytocine plus bas seulement la troisième et la quatrième heure de mise bas par rapport à des truies en parcs mais la durée de mise bas n'est pas significativement différente (Lawrence et al., 1994). Cependant, dans l'étude de Lawrence, les truies sont rentrées en maternité seulement 5 jours avant la mise bas alors que dans l'étude d'Oliviero, les truies entrent en maternité deux semaines avant la mise bas et elles sont en groupe en gestation.

Pour English et Edwards (1996), l'ensemble de ces résultats permet de conclure que les truies gestantes qui peuvent se déplacer ont des durées de mise bas plus courtes.

6.6.8 Les porcelets

Malgré l'amélioration des techniques d'élevage et des connaissances en matière de nutrition, physiologie et pathologie, la mortalité néonatale reste particulièrement élevée dans l'espèce porcine. Les causes profondes de cette mortalité, qu'elles soient d'ordre physique (écrasement), métabolique (hypothermie et hypoglycémie) ou pathologique (hypoxie ou asphyxie intra- et post-partum) sont relativement bien connues. On sait cependant que le risque d'hypoxie

augmente lors de mises bas prolongées (English et Wilkinson, 1982). La répétition des contractions utérines peut entraîner une chute du débit sanguin placentaire, réduire les échanges materno-fœtaux, comprimer ou rompre prématurément le cordon ombilical, et parfois entraîner un décollement prématuré du placenta, réduisant ainsi, plus ou moins vite, l'oxygénation des derniers porcelets nés. L'asphyxie au cours de la mise bas est donc considérée comme la cause essentielle de la mortinatalité (Randall, 1971, 1989). Cependant, certains porcelets nés vivants pourraient souffrir ultérieurement d'une hypoxie transitoire subie au cours de la mise bas, puisqu'une anoxie de quelques minutes est suffisante pour inhiber les centres respiratoires et causer d'irréversibles lésions cérébrales.

L'étude de Herpin et al. (1997) sur les relations entre le degré d'hypoxie, la viabilité à la naissance et la vitalité postnatale précoce, suggère que l'hypoxie de parturition est courante et d'intensité très variable dans l'espèce porcine ; elle réduit la viabilité et la vitalité postnatale des porcelets et conduit, à terme, à une réduction du taux de survie. Le risque d'hypoxie s'accroît avec l'augmentation de la durée de mise bas, de la taille de la portée, et l'ordre de naissance. Cela est probablement associé aux effets cumulés des contractions utérines qui réduisent l'oxygénation des porcelets encore présents dans l'utérus, et au plus grand risque de détachement du placenta lorsque la mise bas se prolonge (English et Wilkinson, 1982). La série d'événements qui aboutit à la mort reste hypothétique, mais il est probable que les perturbations respiratoires et cérébrales causées par l'hypoxie (Okubo et Mortola, 1988) conduisent à une réduction de la vigueur du porcelet, augmentant ainsi le risque d'écrasement et réduisant la compétitivité du porcelet à la tétée, son ingestion de colostrum et donc l'apport de substrats énergétiques pour la thermorégulation. Les résultats de l'étude d'Herpin et al. (1997) mettent en avant l'importance de la présentation du porcelet lors de l'expulsion : une présentation postérieure est associée à un degré d'hypoxie supérieur et à une mortalité postnatale plus élevée. De plus, l'hypoxie retarde le contact à la mamelle avec toutes les conséquences sur la prise colostrale.

Le rang moyen élevé des porcelets mort-nés dans la portée, ainsi que leur position plus profonde dans l'utérus seraient alors des facteurs favorisant cette anoxie, notamment lorsque la mise bas se prolonge (Herpin et al., 1997). Selon Hurnik (1985), il n'existe pas d'ordre fixe de libération des porcelets, certains en position profonde pourraient naître avant d'autres en position antérieure. Les porcelets les plus lourds sont généralement en position postérieure dans l'utérus et ont donc plus de chances d'être expulsés les premiers. Les porcelets de plus faibles poids se

retrouvent quant à eux plus souvent en position antérieure (Wise et al., 1997) et ont un rang d'expulsion élevé.

Au cours de la mise bas, les contractions utérines entraînent une baisse du flux sanguin dans les veines et artères placentaires. Les porcelets nés tardivement recevraient ainsi moins d'oxygène, ce qui expliquerait la présence de porcelets mort-nés dans les rangs de naissance élevés (English et Morrisson, 1984). La croissance des fœtus de porc est étroitement liée au débit sanguin utérin, qui augmente régulièrement au cours de la gestation, et ce d'autant plus que la taille de la portée est importante. Ce débit constitue donc une adaptation majeure de la mère à la gestation qui lui permet de répondre à la demande croissante en nutriments, microéléments ou hormones de ses fœtus (Père, 1996). Ceci expliquerait en partie que le poids moyen des porcelets à la naissance soit plus faible dans les portées de grande taille.

Pour Daza et al. (1999), les portées présentant un sex ratio en faveur des mâles présentent une mortinatalité plus faible que les portées ayant plus de femelles. Selon ces auteurs, les porcelets mâles auraient une plus grande maturité physiologique que les femelles à la naissance. D'autres auteurs (Choi et Shin, 1994) observent cependant des résultats opposés.

Van Dijk et al. (2005) ont montré qu'une augmentation de la taille de portée, une augmentation de porcelets mort-nés et une durée de gestation diminuée, engendrent un allongement de la durée de mise bas. Dans la même étude, les auteurs ont montré une relation curvilinéaire entre l'intervalle de naissance des porcelets et le rang (ordre de naissance). D'ailleurs, l'intervalle de naissance augmente avec une augmentation du poids des porcelets.

Egalement, les porcelets mort-nés et les porcelets en position postérieure ont un intervalle de naissance plus long que les porcelets nés vivants et les porcelets en position antérieure (Van Dijk, 2005).

6.6.9 Le rang de portée

L'effet de la parité est controversé : dans l'étude de Van Dijk et al. (2005), l'effet de la parité n'est pas significatif sur la durée d'expulsion des porcelets.

Le nombre de porcelets mort-nés est plus faible pour des portées issues de mères jeunes (moins de trois portées) que pour celles issues de truies plus âgées (5 portées ou plus) (Données GTTT, 1999). Néanmoins, on trouve un pourcentage de porcelets mort-nés plus important en

première portée qu'en deuxième et troisième portée. La tendance à une mortinatalité supérieure en première portée pourrait résulter d'une taille insuffisante du canal vaginal chez les nullipares (Pejsak, 1984). English et Morrisson (1984) supposent que les truies âgées auraient un tonus musculaire de l'utérus plus faible pour expliquer ce phénomène.

Van Dijk et al. (2005) ont montré également qu'il n'y a pas d'effet de la parité sur la durée de mise bas.

6.6.10 Le stress en relation avec le comportement maternel

Pour répondre aux stimulations provoquées par son environnement, l'animal sollicite en permanence ses capacités adaptatives, dans ses composantes comportementales et biologiques. Les réponses biologiques concernent principalement l'axe corticotrope qui libère en périphérie les corticostéroïdes (cortisol et aldostérone) et le système nerveux autonome, en particulier sa branche orthosympathique. Celle-ci agit sur les tissus cibles par la noradrénaline libérée par les terminaisons nerveuses sympathiques, et par l'adrénaline libérée dans le courant sanguin par la glande médullosurrénale. Ces réponses sont le plus souvent initiées par des stimulations de l'environnement, qu'il soit physique, social ou humain, et certaines situations de transition qui sont source de stress intense (Mercat, 2002).

Le stress a un effet délétère sur l'efficacité de reproduction des animaux et peut interférer avec la mise bas (Hemsworth et al., 1999). L'environnement de la truie allaitante joue un rôle important sur le développement de son aptitude maternelle (Schouten, 1986). Chez la truie, le stress est directement lié aux facteurs de conduite d'élevage, tels que les bâtiments, la conduite des animaux et la nutrition.

Le stress d'avant mise bas augmente le taux de mort-nés, alors que le stress de la mise bas n'a pas d'effet sur ce paramètre. L'origine du stress avant mise bas a des origines diverses : nouvel environnement, température inadéquate, manipulation brutale des animaux,... (Pejsak, 1984 ; Cariolet, 1999). Dans une étude sur 16 élevages, Cariolet et al. (1997) observent que les animaux les plus réactifs en gestation, tant au niveau des activités orale que motrice, ont des performances de reproduction plus faibles, notamment un nombre de porcelets nés vivants réduit.

Parmi neuf tâches où le contact homme-animal est important, les éleveurs (n=24) ont eu à choisir et à hiérarchiser les trois qui leur faisaient perdre le plus de temps, qui étaient les plus

pénibles ou au contraire où ils se jugeaient les plus efficaces. Pour la majorité des éleveurs, les trois tâches qui leur font perdre le plus de temps et qui sont les plus pénibles à réaliser sont le suivi des mises bas, les soins aux porcelets et les vaccinations. Le domaine dans lequel les éleveurs se jugent les plus efficaces est surtout celui de la maîtrise de la reproduction et paradoxalement, le suivi des mises bas (Leneveu et al., 2003).

Le comportement de l'éleveur envers les truies avant et surtout pendant la mise bas est un facteur de stress. Une des preuves est que les mises bas qui ont lieu la nuit, en l'absence de l'éleveur, se déroulent très souvent sans problème et sans avoir subi d'injection d'ocytocine. Statistiquement il n'y a pas plus de mort-nés, parfois même il y en a moins. Malheureusement, très souvent, l'éleveur qui appréhende la semaine des mises bas, désireux d'exercer une surveillance sans faille perturbe sans cesse les truies en mise bas : fouille au moindre retard, ocytocine plusieurs fois, intervention sur les porcelets dès leur naissance. Cette attitude excessive traduit une certaine angoisse (Guilmoto, 2009).

Selon Pedersen et al. (2003), le facteur le plus important pour la survie du porcelet pendant la mise bas est un accès sécurisé à la mamelle. L'agitation de la truie peut en effet être néfaste à la survie des porcelets, puisque le risque d'écrasement devient supérieur et que la prise de colostrum des porcelets est retardée. Le meilleur comportement consiste, à cet égard, à rester au maximum en position de décubitus.

Les interventions régulières de l'homme peuvent avoir de larges conséquences sur le comportement, la physiologie et la production des animaux. Une peur de l'homme trop importante interfère avec le bon comportement maternel (Boissy et al., 2005). La peur de l'homme limite les performances de la truie en maternité (Hemsworth et al., 1999).

Les truies présentant de hauts niveaux de peur (mesurée par la réponse de retrait par rapport à l'approche de l'homme dans l'enclos de maternité) ont des portées à mortinatalité plus importante (Hemsworth et al., 1999). Des relations favorables entre une moindre peur et le comportement maternel ont été mises en évidence par Janczak et al. (2003). Les nullipares présentant de faibles niveaux de peur avaient des mises bas plus courtes, répondaient davantage à leurs porcelets si elles les écrasaient, tendaient à avoir une moindre mortinatalité et une moindre mortalité en lactation, avec moins de porcelets souffrant d'inanition.

Marchant Forde (2002) a également montré que les truies très peureuses vis-à-vis de l'homme attaquaient plus leurs porcelets au moment de la mise bas.

En maternité, l'apparition de déplacements ou de comportements stéréotypés peut être l'indication d'une situation de stress (Blackshaw et McVeigh, 1984). Les réponses au stress peuvent notamment augmenter l'intervalle entre naissances et la mortalité des porcelets (Hemsworth et al. 1999). Thodberg et al. (2002) ont montré que les nullipares calmes lors de différents tests de personnalité confectionnaient de meilleurs nids de mise bas, achevaient leur construction avant la mise bas et demeuraient calmes pendant la mise bas.

La domestication a augmenté la docilité des animaux. Malgré des générations de sélection, les facteurs potentiellement les plus apeurants restent l'exposition à l'homme et les changements brutaux d'environnements sociaux et physiques (Boissy, 1995). La réaction générale des animaux à l'homme est demeurée une réaction de peur.

Van Rens et Van der Lende (2004) ont montré que les nullipares agressives ont une durée de mise bas plus longue par rapport à des truies non agressives.

6.6.11 Pathologies de la truie à la mise bas

La pathologie de la truie à la mise bas est polymorphe. Le déroulement de la mise bas et de la phase post partum chez la truie est sujet à des perturbations responsables de pertes économiques en raison de l'étroite dépendance du porcelet nouveau né de la santé de sa mère.

La pathologie de la mise bas est appréciée à l'aide de cinq paramètres de base, qui ne sont en fait que des facteurs de risque, dans l'étude de Léon et Madec (1992), sur la période J0 à J5 :

- Le nombre de jours au cours desquels la truie a vu sa température rectale s'élever à 39,8°C ou davantage
- Le nombre de jours d'anorexie
- Le nombre de jours au cours desquels des écoulements vulvaires d'allure purulente sont observés
- Le nombre de jours au cours desquels des anomalies mammaires sont observées (mammite, agalactie)
- Le part languissant : toute durée d'expulsion excédant 5 heures est assimilée à une mise bas longue.

Bien que cette étude date de 1992, il apparaît que les truies manifestant des troubles de la mise bas présentent un profil sensiblement différent de celui des truies saines. Elles tendent à être

plus âgées et plus lourdes. La prévalence des troubles locomoteurs et urinaires est nettement plus élevée. Enfin, la taille des portées est également supérieure. Les valeurs observées pour la durée de la mise bas (en moyenne 3 heures) et l'allure de la distribution sont relativement conformes aux résultats d'autres auteurs. Cette durée dépend beaucoup du nombre de porcelets à naître (Dziuk et Harmon, 1969). Pour la présente étude, la durée minimale pour qu'une mise bas ait été jugée longue est de 5 heures. En première approche, ce seuil est arbitraire et ne signifie pas qu'au-delà de celui-ci, on est systématiquement en présence d'une mise bas pathologique. Toutefois, les calculs ont montré que la fréquence des troubles associés (anorexie, fièvre, écoulements) s'élève considérablement au-delà de ce seuil. Le parcours des documents bibliographiques se rapportant aux troubles de la mise bas révèle qu'il est souvent fait abstraction de ce critère dans les enquêtes épidémiologiques. La difficulté d'obtention de la mesure dans les conditions de la pratique n'est sans doute pas étrangère à cette situation.

7 Deuxième partie

Matériel et méthodes - étude expérimentale

7.1 Objectifs de l'étude

Il s'agit d'étudier des paramètres physiologiques qui pourraient être associés aux mises bas longues ou difficiles. Dans chaque élevage identifié « à risque de mises bas longues et/ou difficiles », deux groupes de truies sont identifiées a posteriori puisqu'il n'y a pas de critère diagnostique prédictif. A posteriori, les truies ont été catégorisées selon qu'elles ont eu des mises bas normales ou courtes (inférieure à trois heures) ou longues (supérieure à quatre heures) ou difficiles.

Cet essai est une étude préliminaire qui a pour but d'identifier les indicateurs biochimiques les plus pertinents. Il essaye de mettre en évidence des critères biochimiques qui supporteraient l'hypothèse d'une fatigabilité musculaire, à l'origine d'un allongement de la parturition ou de la perturbation du post-partum.

Ce travail porte sur des jeunes truies à mises bas rapides ou lentes (courtes ou longues). Il est basé sur un monitoring physio-métabolique en phase péri-partum, réalisé pour la première fois en conditions d'élevage.

L'essai se déroule de mi-mai à fin juin 2009, sur 5 semaines consécutives.

7.2 Choix des élevages

7.2.1 Critères

L'étude est réalisée dans 4 élevages naisseurs-engraisseurs adhérents au groupement Cooperl Arc Atlantique, identifiés « à risque » de mises bas difficiles selon les assertions de l'éleveur. Il s'agit donc d'un critère qualitatif subjectif.

Pour identifier les élevages « à risque » d'une manière plus objective, nous avons choisi le taux de mortalité chez les primipares dans des élevages aux excellentes performances zootechniques (performances de reproduction et nombre de porcelets sevrés par truie en production). Tous ces élevages sont suivis en GTTT. Pour maximiser les chances d'observer des truies avec des mises bas longues, on a ciblé des éleveurs qui possèdent un cheptel de plus de 100 truies avec un nombre de mort-nés supérieur à la moyenne des éleveurs faisant la GTTT (moyenne de 1,18 mort-nés en 2008) mais qui ont un nombre de porcelets sevrés satisfaisant (supérieur à 10,5) et une perte de porcelets jusqu'au sevrage faible (inférieure à 15 %). En choisissant ces différentes caractéristiques, on sélectionne de « bons » éleveurs qui sèvent un nombre important de porcelets par rapport au nombre de porcelets nés vivants. On retient donc des élevages où la prolificité est élevée et où on enregistre de forts taux de mort-nés chez les jeunes truies. Ce critère est susceptible d'être associé à des mises bas longues et/ou difficiles.

Ces élevages sont également sélectionnés, évidemment, sur l'absence de facteurs de risque évidents (maîtrise de l'hygiène, du programme alimentaire, de la qualité de l'eau).

7.2.2 Caractéristiques des élevages

Pour des raisons pratiques et méthodologiques, le nombre d'élevages, qui est de quatre, participant à l'essai a été volontairement choisi de façon à réduire au maximum l'effet élevage. Dans le choix des élevages, certains critères majeurs sont pris en compte, à savoir la génétique, l'alimentation, le logement et le sanitaire.

Les élevages de sélection et multiplication sont exclus, tout comme les élevages de plein air.

Tous les élevages se situent dans la région Grand-Ouest (Côte d'Armor, Manche, Sarthe, Mayenne).

Une visite ou un entretien téléphonique a été réalisé dans chaque élevage avant le début de l'essai.

7.2.3 Les élevages

Nous utilisons l'approche ALARME pour présenter un état des lieux des 4 élevages (A, B, C, D, E). Les élevages B et E correspondent au même élevage.

Annexe 1 : Résultats des variables de l'approche ALARME des 4 élevages

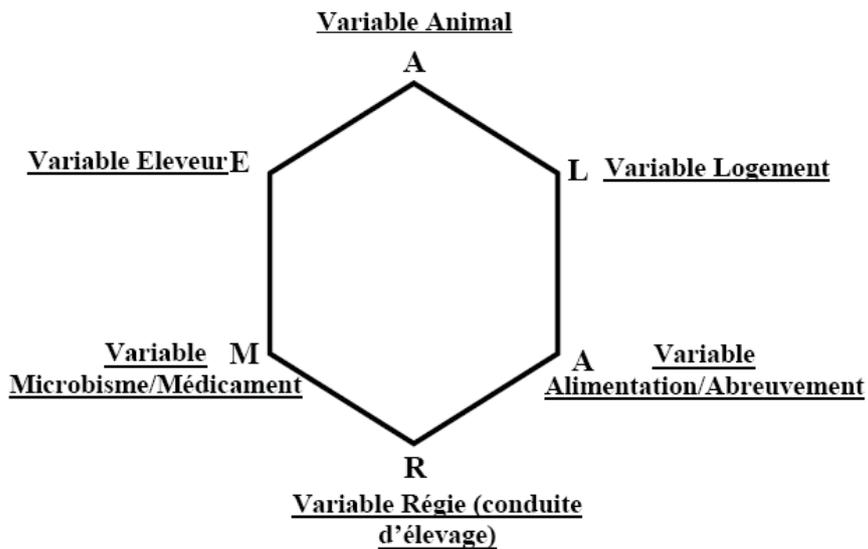


Figure 4 : Approche ALARME

Variable Animal

L'étude est limitée aux truies nullipares et primipares.

Les animaux ont une même génétique : voie femelle Nucleus (Large White x Landrace) et la voie mâle en verrats Piétrain.

Variable Logement

En gestation, les truies sont en case individuelle conventionnelle sur caillebotis intégral sauf pour l'élevage A dans lequel les truies gestantes sont en groupe.

Les cages et les cases de mises bas et les parcs des porcelets sont pratiquement de même grandeur dans les élevages. Le nid des porcelets est constitué d'une à deux lampe(s) chauffante(s) avec un tapis type carton, sac en papier ou plastique.

La température minimale et maximale de la maternité est relevée une fois par jour, le matin. Le thermomètre mini/maxi est placé au milieu de la maternité à 1,80 m du sol.

Variable Alimentation *Annexe 3 : Composition des aliments*

De la saillie à 90 jours de gestation, les truies sont nourries, selon l'élevage, deux ou trois fois par jour (2,4 à 3 kg/jour) avec un aliment gestation (Gestaplus Cooperl®, GestaFibre Cooperl®, GestaProlif Cooperl®).

De 90 à 110 jours de gestation, le repas quotidien est augmenté à 2,8 jusqu'à 3,2 kg d'aliment gestation.

Après le transfert dans la cage de mise bas (en moyenne 100 jours de gestation sauf pour un élevage où les truies sont rentrées le vendredi précédant la semaine de mise bas) et jusqu'à la fin de la période de suivi, les truies reçoivent un aliment lactation en deux ou trois repas quotidiens (LactaPlus Cooperl® ou LactaProlif Cooperl®), sauf pour un élevage dans lequel les truies reçoivent de l'aliment pour truies gestantes jusqu'à la mise bas (Gestaprolif Cooperl®).

Le jour de la mise bas, elles reçoivent la même quantité (de 2,8 à 3,2 kg). Après la mise bas, elles reçoivent 500 à 600 g/jour d'aliment supplémentaire pour arriver à un seuil compris entre 6 et 8 kg/jour, selon le rang de la truie.

L'aliment est distribué en sec ou en soupe (pour un élevage) en gestation et en maternité.

Variable Abreuvement

En maternité, l'eau est disponible en tout temps par un abreuvoir de type pipette placé dans le fond de la trémie ou ont de l'eau en permanence dans l'auge. De plus, à chaque repas, les éleveurs distribuent en moyenne 6 litres d'eau additionnels.

Variable Régie

Les éleveurs ont une conduite en 7 bandes (toutes les 3 semaines) ou 4 bandes (toutes les 5 semaines). Ce sont tous des naisseurs-engraisseurs.

Variable Microbisme

L'élevage B a été confronté à l'apparition de diarrhées néonatales 4 jours après le début des mises bas.

Tous les élevages sont positifs en SDRP mais ne présentent pas de signes cliniques évidents au moment de l'essai.

Variable Eleveur

Comme mentionnée, la variable Eleveur est majeure dans la semaine des mises bas avec des éleveurs de plus en plus performants et très présents dans les élevages. Certains sont très interventionnistes, stressés alors que d'autres ne sont pas beaucoup présents à cette période.

Cependant, tous les éleveurs participant à l'essai sont intéressés par l'étude.

7.3 Critères d'inclusion et d'exclusion

Critère de non-induction des mises bas

L'induction de la mise bas est proscrite durant l'étude. Nous voulons suivre des mises bas spontanées pour répondre au mieux à la problématique et éviter ainsi les biais.

Critère d'intervention humaine pendant la mise bas

Dans le même souci que précédemment, les truies ne sont pas fouillées pendant les deux premières heures de mise bas et ne reçoivent aucun traitement influençant la mise bas tel que de l'ocytocine. Cependant, étant donné que nous intervenons en élevage, nous ne pouvons pas nous permettre de « perdre » des porcelets. C'est pourquoi, les porcelets sont réanimés autant que possible s'ils le nécessitent.

La stimulation de la mamelle est proscrite durant la mise bas pour ne pas stimuler la libération d'ocytocine.

Critère de soins aux porcelets

Le troisième critère se situe au niveau des porcelets. Les porcelets ont libre accès à la mamelle dès la naissance. Ils ne sont donc pas enfermés dans le nid jusqu'à la naissance du dernier porcelet.

Le cinquième et dernier critère est l'absence de signes cliniques chez les truies, qu'il s'agisse de SDRP ou toutes autres affections telles qu'une cystite (via les bandelettes urinaires) ou encore de la constipation.

En résumé, les mises bas qui rentrent dans l'analyse sont des mises bas spontanées, non induites, non assistées et dont la stimulation extérieure est nulle.

7.4 Le chronopart

Annexe 2 : Exemple de chronopart réalisé sur une truie

La naissance du premier porcelet est le point de départ du chronopart, identifié T0.

Pour établir une cinétique en péripartum, il est prévu un prélèvement basal effectué un jour avant la naissance du premier porcelet, à jeûn. Pour y parvenir, on commence à réaliser des prélèvements sanguins à partir du lundi de la semaine de mise bas de façon à avoir un premier prélèvement qui correspond au 112^{ème} jour de gestation (date prévue du terme calculée par rapport à la deuxième insémination artificielle (IA) et en prenant comme durée moyenne de gestation 114 jours). Les truies reçoivent en moyenne 3 IA.

L'heure qui détermine la fin de la mise bas est définie par la naissance du dernier porcelet. On considère qu'il s'agit du dernier porcelet lorsque la truie libère du placenta en assez grande quantité.

Le comportement de la truie est vérifiée : calme, acceptation de la tétée, ... Une fouille est acceptable à ce stade pour vérifier l'absence de porcelets.

7.5 Variables porcelets

Un observateur est présent pendant toute la durée de la parturition et relève, en dehors du numéro de sortie et de l'intervalle de temps qui le sépare du porcelet précédent, son statut : vif, mort-né, momifié (taille atlo-caudale de façon à estimer son âge). Un porcelet momifié est un fœtus mort in utero entre 35 et 110 jours. On considère les porcelets momifiés si la taille atlo-caudale est supérieure à 15 cm, soit mort à plus de deux mois d'âge. On considère que les porcelets momifiés de taille inférieure n'interfèrent pas la durée de mise bas.

La différence entre vrais mort-nés et faux mort-nés est faite par le test du poumon. Les vrais mort-nés n'ont pas respiré, ils sont morts in utero peu de temps avant la mise bas ou pendant la mise bas et ont donc souffert d'anoxie. Les faux mort-nés ont respiré et/ou tété : ils sont morts après la mise bas, avant le passage de l'éleveur, mais notre présence permet d'écarter les faux mort-nés.

On note également si le porcelet né dans les enveloppes, le degré de « souillure par du méconium » qui correspond au pourcentage du corps couvert de méconium (0, +, ++) s'il a lieu, la taille du cordon ombilical. S'il mesure moins de 20 cm, il est probable qu'il s'agit d'un porcelet qui a souffert, qui a subi trop de contractions (Boulot, 2009).

Le sexe des porcelets est repéré.

Tous les porcelets réanimés seront notés.

Chaque porcelet, vivant ou mort-né, est pesé à la naissance avec une balance électronique, avant la prise de colostrum. Les porcelets ne sont pas identifiés individuellement.

Les premiers soins aux porcelets sont effectués de la même manière que procèdent les éleveurs (séchage des animaux avec de l'argile ou avec du papier).

7.6 Variables truie

Avant l'entrée en maternité, les nullipares et les primipares sont identifiées et on note le rang (1 ou 2). On prépare les cases de mise bas : marquage, affichage du suivi, date de mise bas prévue. On inclut seulement les truies qui ont une durée de gestation de 112 jours minimum.

Un test de comportement est réalisé selon le protocole mis en place lors de l'étude de Mosnier et al. (2008). Ce dernier est réalisé afin que les truies se familiarisent avec nous et pour évaluer leur comportement : craintive, sociable, stressée,... Il s'agit, dans un premier temps, de cibler le comportement à l'approche de l'homme et de mesurer le niveau de méfiance de l'animal vis-à-vis d'une intervention humaine. En effet, en évaluant le tempérament par l'expression des comportements de la truie soumise à des tests de réactivité, on prendra en compte ce critère pour l'analyse des résultats. Le test est pratiqué dans la case de maternité, le premier jour où le cathéter est rincé. L'expérimentateur entre tranquillement dans la case, sans faire de gestes brusques et s'approche doucement de la case, en posant les genoux sur les barres près de la tête de la truie. Il pose ses deux mains sur le cou de l'animal, près de la poche dans laquelle est inséré le prolongateur du cathéter. A partir de cet instant, on évalue le comportement de la truie : l'animal ne présente pas de mouvements, ne crie pas, ne s'intéresse pas à l'homme (score 0), la truie crie un peu, bouge légèrement (score 1), la truie crie fort, s'excite, bouge beaucoup (score 2).

Le lundi de la semaine de mise bas, l'épaisseur de lard dorsal (ELD) à la hauteur de la dernière côte flottante et à 7 cm de la ligne médiane est mesurée avant la mise bas avec un détecteur à ultrason électronique (Renco Lean Meater, Sofranel). La mesure est répétée à droite et à gauche de la colonne vertébrale. Celle-ci est correcte lorsque la différence entre les deux valeurs est inférieure ou égale à 1 mm. Les objectifs d'épaisseur de lard sur ce type de truies sont autour de 18-20 mm à l'entrée en maternité mais ce critère est surtout dépendant de l'élevage (Barcelo, 2005). Seul 1/3 des truies entrent dans cette fourchette. C'est la même personne qui a mesuré les ELD dans tous les élevages.

Le poids des truies est mesuré au moment de la pose du cathéter, avec une bascule, qui sert également de cage de contention.

Une truie est considérée malade lorsqu'elle arrête de manger, qu'elle refuse de se lever ou qu'un problème de santé évident est observé. Ces truies sont donc écartées de l'étude.

La température rectale (thermomètre électronique) de la truie est mesurée avant la mise bas (au moment des prélèvements sanguins, le matin, avant le repas) et pendant la mise bas à chaque prélèvement de sang.

Une analyse urinaire est effectuée lors de miction spontanée avant la mise bas, sur chaque truie. On note le degré de limpidité des urines (trouble ou limpide) ainsi que la présence ou absence de nitrites (plage nitrite sur bandelette urinaire). Il faut savoir que la présence de nitrites dans l'urine permet de conclure à une infection urinaire (symptomatique ou asymptomatique), mais l'absence de nitrites ne permet pas de conclure l'inverse, car certaines bactéries ne réagissent pas au test (Braun, 2007).

Pendant la mise bas, le comportement de la truie est noté avant chaque prélèvement et toutes les demi-heures. Une fiche de suivi de comportement permet de noter la posture de la truie et son activité : se lève, se couche, change de côté, boit, mange, urine, défèque, joue avec la mangeoire, construit son nid, essaye de manger ses porcelets,...

Toutes les demi-heures, on note également le nombre de porcelets à la mamelle

Les truies sont surveillées après la mise bas : appétit, comportement maternel, écoulements.

Des renseignements sur l'état général des truies sont pris par téléphone une semaine après auprès des éleveurs.

7.7 Méthode de prélèvements sanguins

Image 1 : Chronologie imagée de la pose d'un cathéter jugulaire chez une truie à 4 jours du terme.

La seule méthode qui nous semblait la plus abordable, qui nous permettait de prélever une quantité de sang adéquate et sans stresser l'animal au moment du prélèvement était le cathétérisme de la veine jugulaire.

La technique adoptée (Matte, 2009, communication personnelle) a l'avantage de pouvoir être utilisée sans avoir recours à une anesthésie et avec un minimum de risques pour l'animal.

Les truies sont placées dans une cage de contention (basculée aménagée). Elles sont maintenues par le groin avec un lasso. Il est à noter que les truies ne s'asseyent généralement pas durant la pose du cathéter (un cas sur 50). Le site est lavé à la Vétédine® et désinfecté à l'alcool à 90°C. On procède à un prélèvement sanguin à l'aide d'un système Vacutainer® et d'une aiguille 18G (rose), 1 pouce et demi. Le barillet est coupé à une hauteur d'environ 1,5 cm du point de boulonnage de l'aiguille afin de rendre accessible l'extrémité de l'aiguille qui perce normalement le bouchon du tube. L'angle de l'aiguille avec l'axe du cou doit être le plus petit possible afin de faciliter l'insertion du guide (Cook medical Ireland, réf.TSF-25-145, diamètre 0,025 pouce). Le guide correspond à une tige métallique souple à ressort que l'on insère par la lumière de l'aiguille de ponction dans la veine jugulaire d'une longueur d'au moins 50 cm environ. Lorsque celui-ci est bien installé, l'aiguille et le barillet sont retirés. L'extrémité du guide est enfilée dans une aiguille 16G (1 pouce) pour agrandir le trou au niveau de la peau afin de pouvoir faire rentrer le cathéter. On retire ensuite l'aiguille en la faisant glisser le long du guide. Par la suite, le cathéter (Tubing PE 160 Intramedic x 100ft, réf 50-107-431, société FLD) est enfilé autour du guide pour entrer dans la veine (entre 20 et 30 cm) en tournant doucement. Lorsque le cathéter est bien en place, la tige métallique est retirée et un prolongateur de 1,20 m (Tube Tygon S 54 HL, 1,02 mm, réf. W 71164, société Fisher Scientific) est fixé au cathéter extérieur. Une solution anticoagulante contenant 10 ml d'héparine (200 UI/ml de sérum physiologique) et 4 ml d'antibiotique Panafuge® (0,5 g de streptomycine) est préparée dans un flacon de 250 ml de sérum physiologique. On injecte dans le cathéter quelques millilitres de cette solution et l'ouverture est bloquée par un bouchon. La fixation externe se fait grâce à du ruban adhésif de type Nylexoplast® (société Biototal) de 10 cm de large qui entoure le cou de l'animal. Le prolongateur est alors enroulé et placé dans une pochette qui est fixée au ruban adhésif. La durée totale de la procédure, du moment où on restreint l'animal jusqu'au moment où on le libère, est de 20 minutes.

Nous avons posé 50 cathéters et 31 étaient fonctionnels au moment de la mise bas. Les 29 truies qui n'ont pas été suivies correspondent à des truies dont les cathéters ne fonctionnaient plus ou des truies ayant mis bas trop tardivement par rapport à notre présence dans l'élevage, c'est à dire en fin de semaine (le dimanche) (15 truies sur 29).

7.8 Dosages hormonaux et biochimiques

Image 2 : Prélèvements sanguins au moment de la mise bas.

Le premier prélèvement a lieu au 112^{ème} jour de gestation et répété quotidiennement, le matin, à jeûne, jusqu'à la mise bas. Le jeûne est recommandé pour éviter les interférences éventuelles de l'absorption digestive et les variations de concentrations sanguines qui en résultent. En pratique, une diète de 12 heures est généralement suffisante pour éviter toute variation significative lors du dosage des différents constituants biochimiques sanguins.

Lors du prélèvement, les premiers 4 à 5 ml de sang sont éliminés car la tubulure contient de la solution anticoagulante. Une quantité de 20 ml est ensuite prélevée sur tube hépariné. Après chaque prélèvement, la tubulure et le cathéter sont rincés avec 4 à 5 ml d'héparine associé à un antibiotique pour éviter la formation de caillots de sang.

Les tubes sont directement centrifugés (dans les 10 minutes, à 3000 g, pendant 10 minutes) dans une centrifugeuse réfrigérée. Le plasma est réparti dans des cupules de différentes couleurs annotées (numéro élevage, numéro truie, heure), à l'aide de pipettes et de cônes à usage unique. Les cupules sont ensuite conservées au congélateur à -18°C jusqu'à l'analyse.

La mesure de l'hématocrite est réalisée sur tubes micro capillaires placés dans une centrifugeuse à hématocrite. Le temps de centrifugation est de 4-5 minutes. La lecture se fait grâce à un abaque et la valeur est notée. Chez le porc charcutier de race Large White, la valeur moyenne de l'hématocrite est de 42 % (écarts normaux : 32,5-46 %) (Séchaud, 1988).

La quantité d'hémoglobine (exprimée en g/dl) est mesurée avec un lecteur portable, HemoCue®. Le système HemoCue® se compose d'un boîtier et de microcuvettes à usage unique. Les microcuvettes contiennent un réactif sous forme sèche qui permet de transformer l'hémoglobine en azoture de méthémoglobine. Un spectrophotomètre, calibré en fonction de références internationales, effectue deux mesures d'absorption selon deux longueurs d'onde, et rend son résultat en moins de 30 secondes. Une cuvette de contrôle, livrée avec l'appareil permet de s'assurer de la stabilisation de la calibration. Une goutte de sang est seulement nécessaire. Les valeurs usuelles chez la truie sont comprises entre 100 et 160 g/dl (Séchaud, 1988).

Une cinétique de l'ocytocinémie est conduite à la naissance du premier, sixième et douzième porcelet. Cette cinétique porte sur les six premières minutes suivant la naissance du porcelet à raison d'un prélèvement toutes les deux minutes pendant six minutes.

Les différents dosages suivants sont effectués à l'INRA de Saint-Gilles (35), dans le service UMR SENAH, par Sophie Daré et ses collaborateurs.

Dosage enzymatique du glucose plasmatique (Kit glucose RTU™, ref.61269 Biomérieux)

Le glucose est dosé en utilisant la séquence glucose-oxydase-peroxydase-chromogène. L'eau oxygénée formée est dosée selon la réaction de Trinder (Trinder, 1969). L'intensité de la coloration, mesurée à 505 nm, est proportionnelle à la quantité de glucose présente dans l'échantillon. Cette analyse est effectuée avec l'appareil multiparamétrique Konélab 20i, ThermoFisher Scientific. Juste avant l'analyse, les échantillons de plasma sont décongelés à température ambiante, puis les microtubes sont placés sur les segments. Les résultats sont directement exprimés en mg/l.

Les valeurs usuelles chez le porc sont comprises entre 50 et 102 mg/dl (Séchaud, 1988).

Dosage enzymatique du lactate plasmatique (Kit Lactate PAP™, ref.61192 Biomérieux)

Le lactate est dosé en utilisant la séquence lactate oxydase-peroxydase-chromogène. L'eau oxygénée formée est dosée selon la réaction de Trinder. L'intensité de la coloration, mesurée à 505 nm, est proportionnelle à la quantité de L-lactate présente dans l'échantillon. L'analyse est effectuée avec le même appareil que pour le dosage du glucose plasmatique, Konélab 20i. Les conditions de prélèvement et de préparation des échantillons sont identiques. Les résultats sont directement exprimés en $\mu\text{mol/l}$.

Dosage de la progestérone plasmatique (Progesterone RIA IM1188, Immunotech)

Le principe consiste à utiliser un test radioimmunologique de compétition entre la progestérone et 125I-progestérone en se servant d'un anticorps polyclonal anti-progestérone. 50 μl de plasma est nécessaire. La sensibilité de ce test est de 0,03 ng/ml. La spécificité est mesurée par un test de réactions croisées avec 26 stéroïdes.

Dosage de l'oestradiol plasmatique (Estradiol RIA A21854, Immunotech)

Le principe est identique au dosage de la progestérone. Il s'agit également d'un test radioimmunologique de compétition entre l'oestradiol et 125I-oestradiol en utilisant un anticorps polyclonal anti-oestradiol.

100 µl de plasma est nécessaire. La sensibilité est de 6 pg/ml. La spécificité est mesurée par un test de réactions croisées avec 24 stéroïdes dont l'oestrone, le sulfate d'oestradiol,...

Dosage du magnésium total plasmatique (Mg-Kit, ref. 61 411 Biomérieux)

Il s'agit d'un dosage colorimétrique du magnésium total, sans déprotéinisation, dans le plasma. L'ion magnésium réagit avec la calmagite en milieu alcalin pour donner un complexe de couleur rose. L'intensité de la coloration, mesurée à 520 nm, est proportionnelle à la concentration en magnésium de l'échantillon.

La présence d'EGTA supprime l'interférence du calcium.

Dosage du calcium total plasmatique (Ca-Kit, ref.61 041 Biomérieux)

Il s'agit d'un dosage colorimétrique du calcium total sans déprotéinisation. L'ion calcium réagit avec l'indicateur bleu de méthylthymol (BMT) en milieu alcalin. L'intensité de la coloration du complexe Ca-BMT, mesurée à 612 nm, est proportionnelle à la quantité de calcium présente dans l'échantillon.

Les valeurs usuelles chez le porc sont comprises entre 7,7 et 11,6 mg/dl (Séchaud, 1988).

Dosage des protéines totales dans le plasma (Protéines-Kit (PROT), ref.61 602 Biomérieux)

Il s'agit d'une méthode colorimétrique reposant sur la réaction du biuret (formation de complexes d'ions cuivriques avec la liaison peptidique, en milieu alcalin). Le tartrate double de sodium et de potassium, agent chélateur, aide à solubiliser le cuivre en milieu alcalin, et l'iodure de potassium limite l'autoréduction du cuivre.

La coloration violette du complexe formé est proportionnelle à la concentration en protéines dans l'échantillon.

Les valeurs usuelles chez le porc sont comprises entre 68 et 84 g/l (Séchaud, 1988).

Dosage des Acides Gras Non Estérifiés (AGNE) plasmatiques (NEFA, FA 115, Randox)

Il s'agit d'une méthode colorimétrique.

Dosage enzymatique des ions bicarbonates dans le plasma (Bicar 320/500, Biomérieux)

Les ions bicarbonates réagissent avec le phosphoénolpyruvate, en présence de PhosphoEnolPyruvate Carboxylase (PEPC), pour former de l'oxaloacétate. L'oxaloacétate est réduit par le NADH, réaction catalysée par la Malate Déshydrogénase (MDH).

La quantité de NADH oxydé, mesurée par la diminution de DO, est proportionnelle à la quantité d'ions bicarbonates présents dans l'échantillon.

Bicarbonates Enzymatique 320 et 500 calcule automatiquement la concentration de chaque échantillon. Les résultats sont en mmol/l.

Le dosage de l'ocytocine sera effectué ultérieurement, faute de moyens financiers, dans le laboratoire de Pierre-Guy Marnet de l'Agrocampus de Rennes.

7.9 Calculs et analyses statistiques

7.9.1. Calculs

Durée de gestation

Durée de mise bas : différence entre l'heure de naissance du dernier et l'heure de naissance du premier porcelet

Taille de la portée : nés totaux (somme des porcelets nés vifs et mort-né(s)), nés globaux (nés totaux + momifiés)

Intervalle moyen entre porcelets : durée de mise bas divisée par le nombre d'intervalles (nés totaux – 1) (calculs des intervalles individuels / porcelet)

Cinétique moyenne de mise bas : temps moyen mis par le porcelet à naître en fonction de son ordre de naissance dans la portée (calculs individuels pour chaque porcelet)

Taux de mort-nés (mort-nés / nés totaux), taux de momifiés (momifiés / nés globaux)

Pourcentage de porcelets nés avant 2h, avant 3h, avant 4h

Sex ratio

Poids moyen de naissance des porcelets

Fréquence de porcelets légers (moyenne – un écart-type, soit < 1250g) et lourds (moyenne + un écart-type, soit > 1600g) pour les porcelets nés totaux

Poids de la portée : somme du poids individuel des porcelets nés vivants et mort-nés

Nombre de changements de postures pendant la mise bas, à mettre en relation avec la durée de mise bas et l'intervalle moyen de naissance des porcelets

Cinétique de la température rectale de la truie pendant la mise bas

La cinétique du part est analysée grâce à deux critères : le délai de naissance de chaque porcelet (temps mis pour naître en fonction de son ordre de naissance) et le taux cumulé de porcelets nés à chaque heure.

7.9.2 Détermination des deux groupes de truies

Trois classes de vitesse de mise bas sont définies :

rapides : VR = 100 % de nés totaux en moins de 3 heures

moyennes : VM = 100 % de nés totaux entre 3 et 4 heures

lentes : VL = 100 % de nés totaux en plus de 4 heures

En combinant cinétique du part et présence de mort-nés, deux groupes sont définis :

- **mises bas faciles : MBF = VR + VM sans fouille ou avec mort-nés en fin de mise bas**
- **mises bas difficiles : MBD = VL + VM avec fouilles ou mort-nés en cours de mise bas**

7.9.3 Analyses statistiques

Les variables mesurées une seule fois sont analysées grâce à la procédure GLM avec les nés totaux en covariable (SAS, 1998), alors que la procédure MIXED est utilisée pour les mesures répétées (prélèvements sanguins).

Les corrélations entre variables et les analyses de fréquences sont effectuées avec les procédures CORR et FREQ (test du Chi² exact).

8 Troisième partie

Résultats

8.1 « Dépouillement » des résultats

8.1.1 Nombre de truies suivies

Annexe 4 : Tableau récapitulatif

Après élimination des données incomplètes ou des portées de moins de 11 nés totaux, l'analyse porte sur 28 mises bas issues de 19 nullipares et 9 primipares.

8.1.2 Choix du point pré mise bas pour le dosage des hormones

Pour chaque truie, l'intervalle de temps entre la dernière prise de sang G0 et l'heure de naissance du premier porcelet est calculée, appelé TG0. Dans chaque élevage, la prise de sang à jeûn est effectuée à 6 heures du matin. Ainsi, pour certaines truies, TG0 est de 4h00 et pour d'autres, TG0 est de 23h30. TG0 n'est pas homogène pour l'ensemble de truies.

C'est pourquoi, nous avons calculé l'intervalle de temps entre le prélèvement effectué « un jour » avant la mise bas et l'heure de naissance du premier porcelet, noté TG-1. TG-1 est plus homogène pour l'ensemble des truies, il est compris entre 28h et 40h.

Ce calcul nous a permis de modifier notre protocole de départ, à savoir le dosage de la progestérone et de l'oestradiol. On dose un seul point en gestation, entre 12 et 48 h pré-mise bas. On retient donc par défaut, le point G-1 et pour les truies à un seul prélèvement pendant la gestation, on retient G0 (DT2, DT3, ET8, DT6, ET11).

On dose également la progestérone et l'oestradiol au point MB0 qui correspond au prélèvement à la naissance du premier porcelet pour toutes les truies.

8.1.3 Caractéristiques des mises bas : résultats et discussion

Annexe 5 : Descriptif des mises bas

Tableau 1 : Caractéristiques des truies et de leurs portées

	Type de mise bas		Statistiques ¹	
	Facile	Difficile	ETR	Effets
Nombre	14	14		NS
% Nullipares	66	68		NS
Poids truie (kg)	226,8	228,8	16,0	NS
ELD (mm)	17,9	18,2	3,7	NS
Durée gestation (j)	113,9	113,9	1,21	NS
Nés totaux	14,1	15,3	2,5	NS
Nés vivants	13,8	13,9	1,2	NS
Mort-nés	0,4	1,4	1,2	NS
Momifiés	0,1	0,4	0,5	NS
Durée mise bas (min)	173,2	297,0	62,5	p<0,01
Intervalle entre naissance (min)	13,8	21,1	4,6	P<0,01
Nés avant 2h %	72,5	51,1	23,1	P<0,04
Nés avant 3h %	93,4	69,1	19,1	P<0,01
Nés avant 4h %	100,0	80,3	13,2	P<0,01
Poids de portée (g)	16779	20106	2717	P<0,05
Poids naissance (g)	1209	1325	191	P<0,05
Poids>1600g %	12,0	24,7	24,6	NS
Poids<1250g %	57,4	46,7	21,9	P<0,01
Sex ratio	0,4	0,5	0,10	NS

1 Analyse de variance avec les effets Groupe « Facilité de mise bas » (G), Stade(S) et l'interaction Groupe x Stade (I) en effets principaux. ETR : écart-type résiduel.

Les caractéristiques des truies (poids, ELD, tailles de portées) sont comparables dans les deux groupes.

Les tailles de portées observées sont représentatives des résultats obtenus dans les troupeaux prolifiques français : $14,7 \pm 2,5$ nés totaux en moyenne (11 à 19) et $13,8 \pm 2,5$ nés vivants (IFIP, 2009).

Par contre, les faibles nombres (0,89 porcelet) et taux de mort-nés (5%) sont vraisemblablement imputables à l'assistance fournie aux porcelets à la naissance.

La durée moyenne de parturition est de $235 \text{ min} \pm 87,3$ et varie entre 98 et 430 min. Les mises bas courtes (3h et moins), et longues (4h et plus) représentent respectivement 36 et

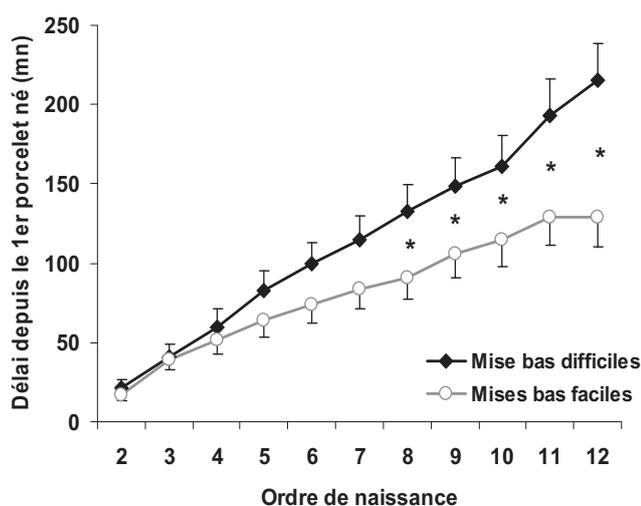
39% des femelles, avec 20% des mises bas de durées intermédiaires.

La fréquence des nullipares est plus élevée dans les groupes à mises bas courtes (70%) et intermédiaires (100%) que dans le groupe à mise bas longues (45%).

L'écart entre les durées moyennes de mises bas des groupes MBF et MBD est de 2h (**tableau 1**), associé à une différence de rythme des naissances précoces et indépendante de la taille de portée. La cadence de naissance se ralentit déjà à partir du 5^{ème} porcelet né dans le groupe MBD (**figure 5**) avec un écart de 20 min sur le délai de naissance (NS), qui devient significatif à partir du 7^{ème} porcelet (écart de 37 min) et se creuse au-delà du 10^{ème} porcelet (écart > 60 min). Sur l'ensemble de la mise bas, le taux d'intervalles supérieurs à 30 min, seuil d'intervention courant dans les élevages est deux fois plus élevé dans le groupe MBD ($23 \pm 10\%$ vs $12 \pm 9\%$). Par conséquent les taux de porcelets nés sont déjà différents dans les deux groupes au bout de 2 heures : 72% (MBF) vs 51% (MBD).

Sur l'ensemble des 31 truies suivies, la moitié des mises bas ont eu lieu dans la journée (52%) et l'autre moitié dans la soirée ou la nuit (48%) (**annexe 5, graphique 5**).

Figure 5 : Cadence de naissance des porcelets selon le groupe de difficultés de mises bas. Moyennes et erreur (erreur-types).



Le nombre de mort-nés est plus élevé dans le groupe MBD (1,4 vs 0,4 ; NS) et est corrélé à la durée de mise bas ($r = 0,526$) ou au taux de nés à 2h ($r = -0,386$), 3h et 4h ($r = -0,601$, $r = -0,744$), mais pas au nombre de momifiés (**Annexe 6**).

La durée totale de mise bas est donc étroitement corrélée négativement aux cinétiques de naissance mesurées à 2, 3 ou 4 h ($r = -0,693$, $r = -0,759$, $r = -0,825$) (**Annexe 6**).

La durée de mise bas est peu liée à la taille de portée, mais elle est plus corrélée au poids total de portée ($r = 0,600$) et au pourcentage de porcelets lourds intra-portée ($r = 0,367$).

La durée de mise bas ($r = 0,417$) est corrélée au poids de la truie, mais pas à l'ELD, ni à la durée de gestation, ni au sex ratio (nombre de mâles sur le nombre de nés totaux).

On observe des tendances identiques pour les cinétiques de mises bas.

8.1.4 Comportement et état de santé des truies

En fin de gestation, la fréquence de réactivité à l'homme modérée ou forte (scores 1 et 2) est plus élevée dans le groupe MBF (79% vs 36% $p=0,02$), en contradiction avec les résultats de Mosnier et *al.* (2009) qui associent une faible réactivité à des mises bas plus rapides. Néanmoins, nos observations montrent que la fréquence des truies calmes pendant la mise bas est comparable ou plus élevée dans le groupe MBF ; manifestations de stress (12% vs 42%, $p=0,09$), fréquence de changements de position (36% vs 50% NS), fréquence de décubitus permanents (57% vs 35%, NS), témoignant d'une bonne capacité d'adaptation des truies à mise bas facile.

Tableau 2 : Réactivité et comportement des truies pendant la mise bas.

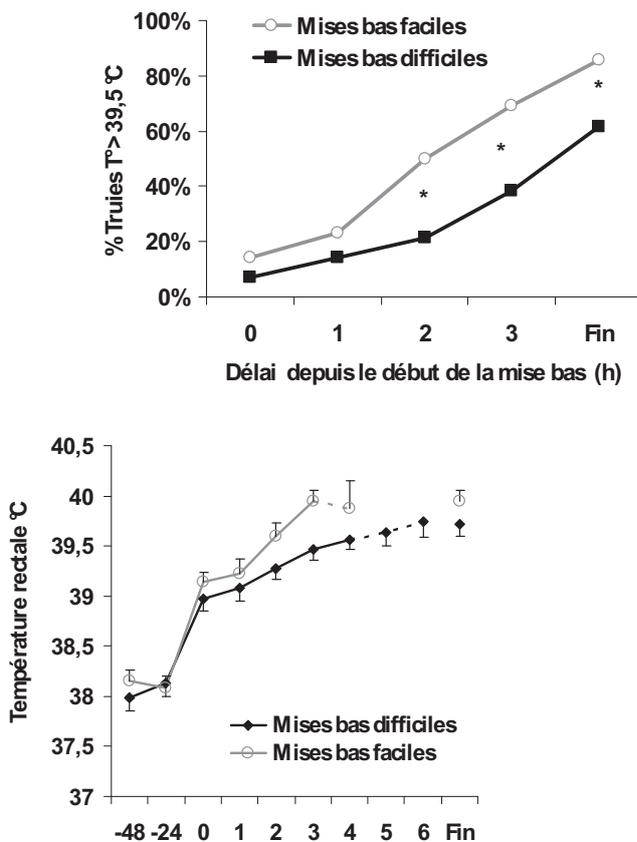
	Type de mise bas		Ecart ⁽¹⁾
	Facile	Difficile	
Réactivité prépartum (score 1 + 2)	79 %	36 %	P=0,02
<i>En cours de parturition</i>			
Changements postures > 30%	36 %	50 %	NS
Agitation et stress	12 %	42 %	P=0,09
Truies à couchers permanents	57 %	35 %	NS

(1) Test exact de Fisher.

Aucune infection urinaire n'est détectée.

La température rectale augmente significativement dès la naissance du premier porcelet et pendant toute la mise bas. Trois truies (11%) ont une température rectale supérieure à 39,5°C en début de mise bas. Au-delà de la 1^{ère} heure, ce taux est significativement plus élevé chez les truies MBF (50% vs 21 %) et ce jusqu'à la fin du part (86% vs 62 %). Cet écart est cohérent avec les travaux de Kornmatitsuk et al. (2004) qui montrent que les vaches donnant naissance à un mort-né ont aussi une plus faible élévation de température pendant le part. L'hypothèse d'un métabolisme plus élevé dans le groupe MBF, en relation avec un muscle utérin plus actif reste à valider.

Figure 6 : Evolution du nombre de truies ayant une température corporelle supérieure à 39,5°C en cours de mise bas dans les deux groupes (Test exact de Fisher)



8.1.5 Effet élevage

Les analyses statistiques ne montrent aucun effet élevage.

8.1.6 Paramètres sanguins : résultats et discussion

Tableau 3 : Niveaux de paramètres sanguins

	N	Moyenne	Ecart-type	Statistiques ¹		
				G	S	Int
Glucose (mg/l) ^o	215	1030,2	130,2	NS	**	NS
AGNE (µmole/l)	214	609,1	281,4	NS	**	NS
Lactate (µmole/l)	215	1722,7	462,1	NS	**	NS
HCO ₃ (mmole/l)	215	22,4	1,9	NS	**	NS
Protéines totales (g/l)	215	67,9	4,5	*	(*)	NS
Hématocrite (%)	217	34,0	2,7	NS	**	NS
Hémoglobine (g/l)	217	11,3	1,0	NS	**	NS
CK (U/l)	103	851,6	723,0	(*)	**	*
Calcium (mg/l)	215	109,3	7,2	*	NS	NS
Magnésium (mg/l)	215	20,0	2,9	*	**	NS
E2 (pg/ml)	41	211,9	131,3	NS	**	NS
P4 (ng/ml)	41	7,4	2,9	(*)	**	*
E2/P4	41	29,3	32,3	NS	**	NS

1 Analyse de variance avec les effets Groupe « Facilité de mise bas » (G), Stade(S) et l'interaction Groupe x Stade (I) en effets principaux. Effets significatifs aux seuils 10 % (), 5%*, ou 1%**.*

8.1.6.1 Variations au cours du temps et selon les groupes

Les niveaux des paramètres sanguins se situent dans les plages de variations habituellement rapportées chez le porc (Séchaud 1988, Verheyen et al. 2007, First et al.1982) et, à l'exception du calcium, ils varient significativement au cours de la période de mesure (*tableau 3*). Des écarts faibles mais significatifs sont observés entre les deux groupes pour les protéines totales, la créatine kinase, le calcium, le magnésium et la progestérone.

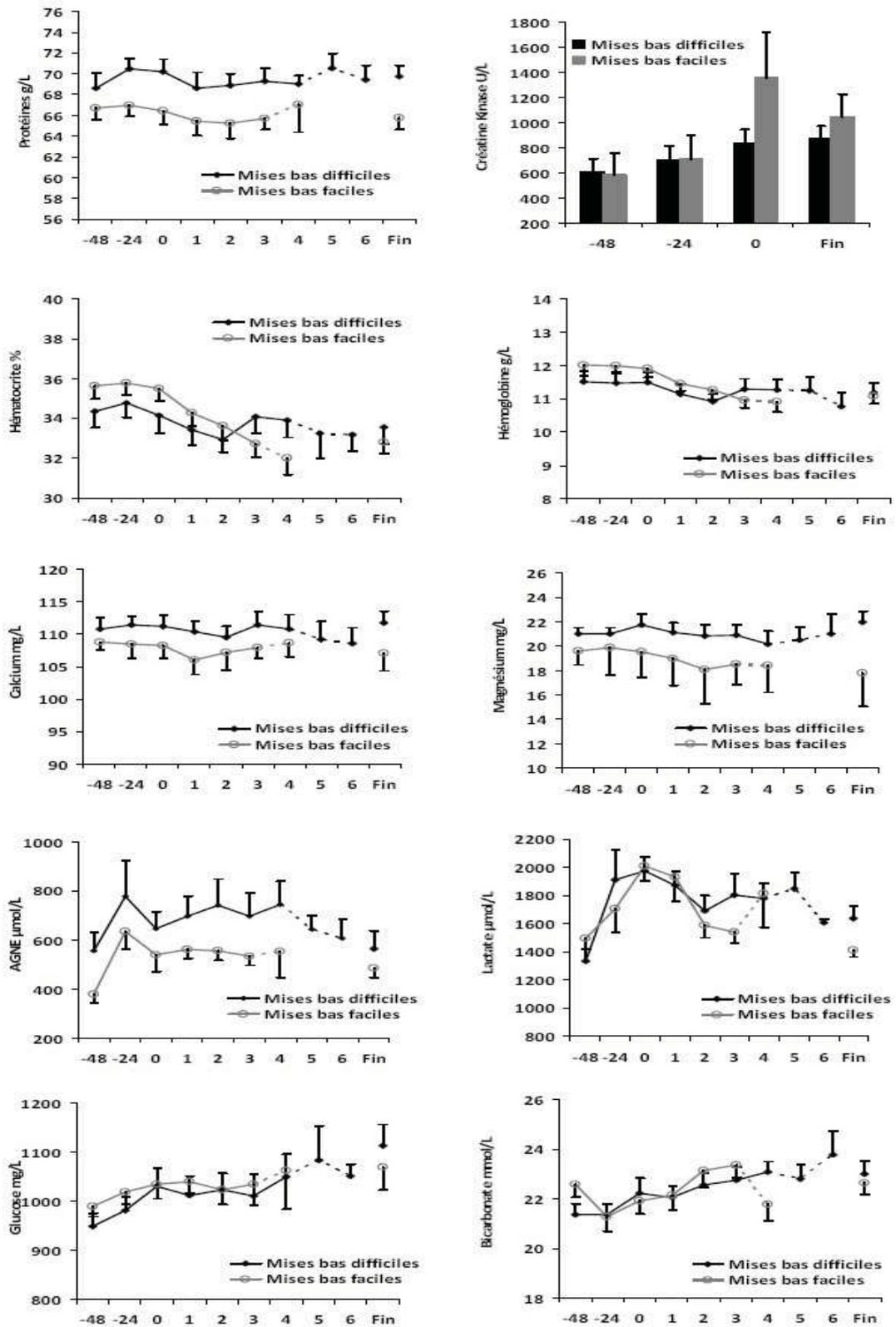


Figure 7 : Evolution des paramètres sanguins en période péri-partum.

Les évolutions sont similaires dans les deux groupes sauf pour la CK et la progestérone (interaction stade x groupe significative).

Les variations constatées pour AGNE, Glu, Ca, Mg, E2 et P4 sont cohérentes avec les données de la littérature recueillies dans des conditions de monitoring de parturitions comparables (Le Cozler et *al.* 1999, Devillers et *al.* 2004). Par contre, les variations détaillées au cours du part n'ont pas été précisément décrites chez la truie pour les autres critères (CK, Lact, HCO₃, Ht, Hb).

La phase péripartum est une période où l'homéorhèse sollicite fortement les capacités d'adaptation des animaux tant sur le plan comportemental que physiologique (mise en place de la production de colostrum, déclenchement de la mise bas, mise en place des contractions utérines, passage à un état catabolique de lactation...). Les évolutions des paramètres sanguins au moment de la parturition résultent de la superposition de ces différents processus (Farmer et Quesnel, 2009). De ce fait, il peut être difficile d'imputer des différences à des causes précises.

L'hématocrite reste stable jusqu'à la première naissance, puis diminue significativement pendant les 2 premières heures, en relation avec l'hémodilution physiologique associée à la parturition (Séchaud, 1988). Alors que l'hématocrite s'élève en général en réponse à la demande en oxygène associée à l'effort physique, nous n'observons pas ce phénomène en relation avec l'effort d'expulsion ou les mises bas longues.

La CK reste stable à l'approche de la parturition et varie peu par la suite dans le groupe MBD. Dans le groupe MBF, elle augmente significativement à la première naissance et reste plus élevée jusqu'à la fin de la mise bas. La CK augmente avec la masse protéique, en cas de lésion musculaire mais aussi de façon transitoire sous l'effet d'efforts musculaires intenses. En l'absence de corrélation entre durée de mise bas et CK, l'hypothèse de faibles niveaux de CK dans le groupe MBD liés à une atonie utérine relative en début du part reste à confirmer par une exploration directe des contractions utérines.

Les protéines totales s'élèvent significativement dans les 24h qui précèdent la mise bas avec des valeurs maximales qui se stabilisent après la première heure de parturition. L'écart de protéinémie entre les deux groupes est difficile à interpréter sans information sur les différentes fractions protéiques plasmatiques. L'hypothèse d'un catabolisme protéique plus

élevé dans le groupe MBD ne serait pas en cohérence avec l'absence de variation de l'urée en cours de mise bas (Le Cozler et al. 1999).

Le déroulement du travail (jeûne prolongé, contractions utérines et musculaires, stress et hyperventilation) crée les conditions favorables à une mobilisation des réserves et à une acidose métabolique. Il est donc logique d'observer une élévation rapide des AGNE, du lactate et du bicarbonate en début de mise bas et leur maintien à des niveaux élevés pendant tout le part. La corrélation entre les niveaux de lactate à 3h ou en fin de mise bas et la durée de parturition ($r = 0,580$ et $r = 0,326$) suggère un risque élevé de fatigue chez les truies à mises bas longues. Le mécanisme physiologique d'épargne du glucose chez les femelles allaitantes se traduit par une glycémie élevée en lactation dans les deux groupes.

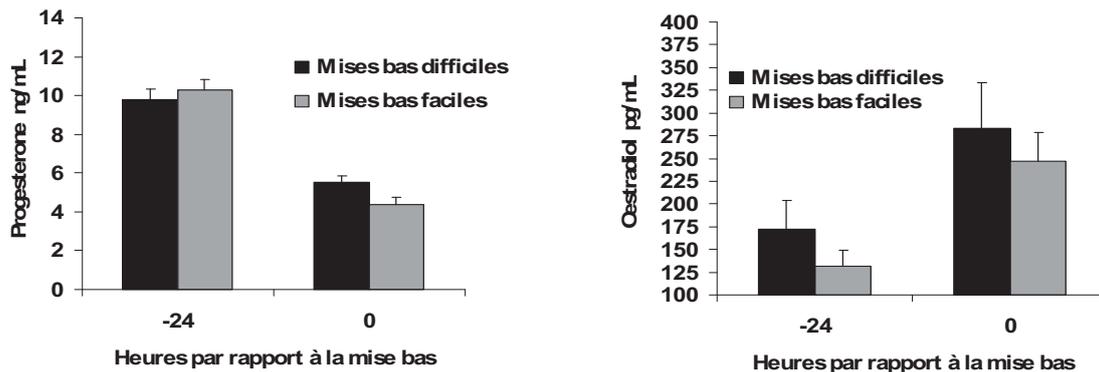
La baisse significative de la magnésémie au bout de 1 à 2 heures et jusqu'à la fin du part (-5% en moyenne), correspond aux observations de Le Cozler et al. (1999) et témoigne des besoins importants du muscle utérin. Le bon déroulement des contractions utérines dépend en effet de l'activation des canaux ioniques par le calcium et de la déphosphorylation de l'ATP par le magnésium. Les niveaux significativement plus bas dans le groupe MBF (écarts de 3 à 10 %) pourraient donc témoigner d'un prélèvement important lié à un fonctionnement actif du muscle utérin. Inversement les magnésémies élevées du groupe MBD pourraient aussi résulter d'un dysfonctionnement précoce (écart avant le démarrage de la mise bas) lié à d'autres facteurs limitants (nombre et fonctionnement des récepteurs à l'ocytocine).

La chute significative de 40% de la P4 dans les 24h précédant le début de la parturition, associée à une hausse de 50% de E2 (ratio E2/P4 passant de 5 à plus de 50 à la 1^{ère} naissance) font partie des changements hormonaux qui avec l'élévation du cortisol et des prostaglandines, signent le déclenchement de la mise bas et précèdent les premières contractions utérines (Taverne et al. 1979). Dans le groupe MBD, la P4 est restée plus élevée à la naissance du 1^{er} porcelet (5,8 vs 4,4 ng/ml, $p=0,09$). Globalement, la progestéronémie résiduelle à la naissance du premier porcelet est corrélée à la durée de mise bas ($r = 0,441$) (**annexe 7**), au taux de porcelets nés en deux heures ($r = -0,486$) et à l'ELD des truies ($r = 0,469$). Bien qu'il ne soit pas toujours mis en évidence (Vallet et al, 2008), l'impact de P4 sur le déroulement de la mise bas et la synthèse colostrale semble important (Farmer et Quesnel,

2009). Avant le démarrage du part, au contraire, des hauts niveaux d'œstrogène semblent favorables (corrélation positive avec la durée de mise bas, $r = 0,449$).

Figure 8 : Niveaux hormonaux péripartum chez les truies à parturition facile (MBF) ou difficile (MBD).

Moyennes et erreurs-types



8.1.6.2 Relations entre les caractéristiques de truies et mises bas

La variabilité de différents paramètres plasmatiques pendant la phase péri-partum a été peu étudiée en relation avec la durée ou la difficulté de mise bas (Vallet *et al.* 2008).

La durée de mise bas est corrélée à certains paramètres mesurés dans les 24h précédant le part : Hb ($r = -0,407$), Prot ($r = 0,366$), E2 ($r = 0,449$) et E2/P4 ($r = 0,529$) (**Annexe 8**). Les protéines totales, le calcium et le magnésium sont négativement corrélés au taux de porcelets nés en 2h.

A la naissance du premier porcelet, des niveaux élevés de protéines totales, de magnésium, de P4 et de faibles valeurs de HCO_3 seraient également prédictives de mises bas lentes.

Une heure après la fin du part, le diagnostic de parturitions lentes pourrait être fait à posteriori à partir des critères Lactate, Protéines totales, Magnésium et AGNE : corrélations avec le taux de nés à 3h $r = -0,563$, $r = -0,400$, $r = -0,514$, $r = -0,399$, respectivement.

9 Discussion

9.1 Généralités

Dans cette étude, la mesure de l'ELD et la notation du test de réactivité ont été effectuées par la même personne et avec le même appareil en ce qui concerne l'ELD dans les différents élevages. Cependant, la notation du score de test de réactivité reste un élément subjectif bien que nous ayons mis en place une grille.

La recherche d'agents pathogènes tel que le virus du SDRP ou le parvovirus n'a pas été réalisée. L'importance des momifiés dans la portée peut suggérer l'existence d'un problème pathologique, et notamment une mauvaise adaptation sanitaire. Or, aucune portée n'a présenté plus de 3 momifiés. Il semble peu probable que le niveau de contamination ait donc été important dans ces élevages.

9.2 La représentativité de l'échantillon

La plupart des résultats observés concernant les caractéristiques de la truie et de la portée sont comparables, voire supérieurs aux résultats moyens des éleveurs de la Cooperl de l'année 2008. Ces résultats indiquent que ces quatre élevages sont tout à fait représentatifs en ce qui concerne les critères de reproduction tel que le nombre de porcelets vivants.

Il faut remarquer que le nombre de mort-nés est plus faible que la moyenne des résultats de l'année précédente dans chaque élevage. Cela s'explique par le fait que nous étions présent dans l'élevage 24h sur 24 et que chaque porcelet était séché dès sa naissance. Ainsi, quelques porcelets naissant dans les enveloppes ou un peu plus faibles recevaient des soins qui ne leur auraient peut être pas été prodigués lors d'une mise bas sans surveillance.

9.3 Critère « durée de mise bas » : critère subjectif ou objectif ?

Dans un contexte de rationalisation, les éleveurs adaptent leurs pratiques quotidiennes en fonction du temps de travail du ou des salarié(s) et de leur vie de famille. Cette prise en

compte s'applique à la fois sur le temps de travail de la semaine mais aussi sur les fins de semaine. Ainsi, beaucoup d'éleveurs induisent les mises bas en début de semaine afin que les mises bas soient terminées avant le week-end.

La semaine des mises bas est une semaine qui demande donc beaucoup de surveillance et donc beaucoup de temps passé dans les maternités. Selon les producteurs, les pratiques sont cependant très variables. Ainsi, certains producteurs, interventionnistes, vont recourir à l'induction des mises bas à des durées de gestation différentes, à des fouilles régulières, aux injections d'ocytocine,... toutes interventions qui interfèrent avec le processus de mise bas et qui représentent donc des biais. Ainsi, un producteur inquiet va recourir à de nombreuses interventions « pour bien faire » mais qui peuvent aussi se révéler contre-productives en interférant avec la durée de mise bas. Le critère « durée de mise bas » est donc un critère subjectif et dont la signification diffère d'un individu à l'autre.

9.4 L'intérêt d'un test de comportement avant la parturition et état de santé des truies

De nombreux auteurs ont observé le comportement des truies. C'est le cas de Scott et al. (2009) qui ont étudié la réponse de la truie gestante en stalle individuelle à l'approche de la main et au contact, mais également la réponse des truies en groupe à l'approche d'un observateur en mouvement. Hemsworth (1981), Leneveu et al. (2003), Sourdioux et al. (2005) ont également mis en place un test type de réactivité à l'homme avec conflit d'intérêt autour de la nourriture. Bizeray et al. (2006) ont mis en œuvre un test de déplacement des truies en fin de gestation dans un couloir. Chaque truie était sortie de sa case de gestation et amenée dans le couloir pour ensuite rejoindre la salle de maternité. Ils ont montré que les truies qui se déplacent vite vers la maternité ont plus de mort-nés que les truies difficiles à déplacer.

Dans notre étude, nous nous sommes beaucoup aidés de l'étude de Mosnier et al. pour mettre en place notre test de comportement.

D'après l'étude de Mosnier et al. (2008), les résultats montrent que les truies (72^{ème} jour de gestation) appartenant au groupe « non-réactive » ont une durée de mise bas plus courte et tendent à avoir des intervalles de naissance entre porcelets raccourcis par rapport à des truies appartenant au groupe « réactive ». Les résultats n'ont pas montré de relation entre le comportement de la truie et la concentration plasmatique en cortisol. La concentration

plasmatique en cortisol est maximale un jour après la mise bas et revient à des valeurs basales en moins de 4 jours post partum. Une faible réactivité de la truie est favorable à la survie des porcelets pendant la mise bas. Thodberg et al. (2002) ont également montré dans leur étude que les truies criant beaucoup et longtemps lors du test d'approche ont une durée de mise bas plus longue.

L'étude de Mosnier et al. (2008) a révélé que le nombre de changements de posture pendant la parturition est positivement corrélé à la durée de mise bas et à l'intervalle de naissance entre le premier et le troisième porcelet.

La température rectale normale de la truie en lactation est difficile à définir, car elle est influencée par l'intensité du métabolisme énergétique nécessaire à la lactation et par la température ambiante. Certains auteurs considèrent qu'une température rectale supérieure à 39,5°C serait une indication suffisante pour soupçonner un problème infectieux chez la truie en début de lactation (Madec et al. 1992). Klopfenstein (2002) explique que l'augmentation d'environ 1°C de la température rectale pourrait être due par le métabolisme énergétique nécessaire à la parturition des porcelets et à la production laitière.

9.5 Cathétérisme chez la truie : difficultés rencontrées

Tout d'abord, une des raisons pour laquelle le prélèvement sanguin reste un acte difficile chez le porc est que c'est un animal peu abordable et qui ne facilite pas les prélèvements sanguins répétés. Où sont les voies accessibles à l'aiguille ? Un certain nombre de techniques ont été décrites mais quelle que soit la technique choisie, la contention est fondamentale. Le lasso autour du groin reste la technique la plus utilisée pour des truies.

Le prélèvement de sang à la veine marginale auriculaire, via un cathéter de courte taille, n'a pas donné des résultats concluants car il nous a été impossible de prélever une quantité assez conséquente de sang (10 à 15 ml) et le débit de ponction est très lent. Pourtant, l'oreille est la seule partie corporelle du porc où les veines se dessinent sous la peau. Cependant, les truies sont gênées par la présence de ce « corps étranger » au niveau de l'oreille et ne le supportent pas (secouent la tête, se frottent). Des prélèvements répétés n'auraient pu également pas être effectués par cette voie.

La veine saphène est difficile à cathétériser sur un animal vigile, c'est-à-dire non anesthésié. Comme nous intervenons en élevage, nous ne pouvons pas anesthésier les truies.

La caudectomie consiste à entailler à l'aide d'un bistouri l'appendice caudal du porc puis à recueillir le sang goutte à goutte. La veine coccygienne aurait été intéressante mais nous nous sommes vite heurtés au fait que c'est une veine fragile, la formation d'hématomes est rapide et donc, nous ne pouvons pas effectuer des prélèvements répétés. De plus, les truies sont très sensibles aux injections et ont des comportements très brusques lors de la ponction.

10 Conclusion

Les résultats de cette étude réalisée en élevage sont originaux compte tenu des contraintes liées à la difficulté de réaliser des prélèvements sanguins répétés sans perturber le déroulement des mises bas.

Les écarts constatés entre groupes sur plusieurs paramètres sanguins au début ou dans les heures précédant le part suggèrent que le bon déroulement de la mise bas résulte en grande partie des modifications hormonales et physiologiques qui se mettent en place en fin de gestation.

L'hypothèse de différences d'efficacité de fonctionnement du muscle utérin serait à valider par des explorations directes des contractions utérines. Compte tenu des conséquences négatives des mises bas longues ou difficiles et de la difficulté à objectiver leur importance en élevages, les paramètres prédictifs identifiés dans cette étude, pourraient présenter un réel intérêt diagnostique.

Cette étude montre une image globale des modifications physiologiques et biochimiques qui surviennent chez la truie en période péri-partum. Ces données montrent que nous aurons besoin d'autres études pour préciser les modifications tissulaires en période du péri-partum et les mécanismes de contractions du muscle utérin.

Au niveau commercial, des fabricants proposent des aliments « spécial mise bas », riches en fibres et en matières grasses et destinés principalement à couvrir les besoins énergétiques élevés des truies autour de la mise bas et à éviter leur constipation ou des aliments riches en minéraux. L'absence de variations fortes des principaux minéraux chez des truies (magnésium, calcium) où la mise bas se déroule normalement ne semble pas justifier une complémentation alimentaire, mais pourrait être utile chez des truies à mise bas difficile.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mlle Pauline, Charlotte, Eliette, BORIES

a été admis(e) sur concours en : 2005

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 9 juillet 2005

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

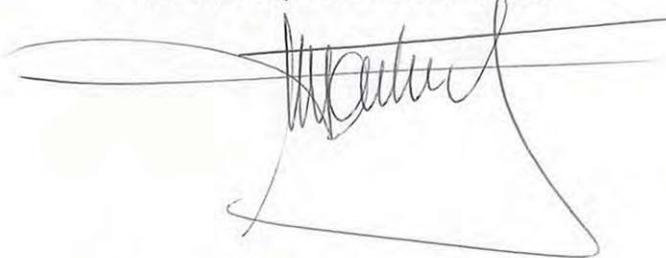
Je soussigné, Guy-Pierre MARTINEAU, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :

Mlle Pauline, Charlotte, Eliette, BORIES

intitulée :

« Chronopart de la truie en élevage. Effet de la durée de mise bas sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques. »

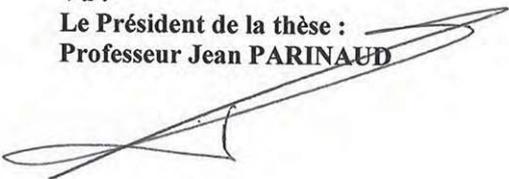
**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Guy-Pierre MARTINEAU**



**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON**



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean PARINAUD**



**Vu le :
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Gilles FOURTANIER**

24 NOV. 2009

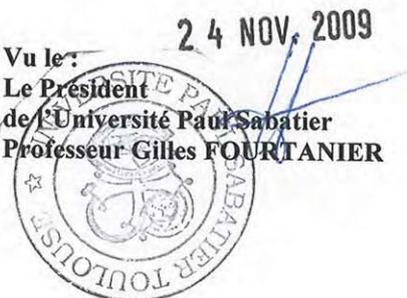


Image 1 : Technique de pose de cathéter jugulaire sur des truies à 108 jours de gestation, en élevage

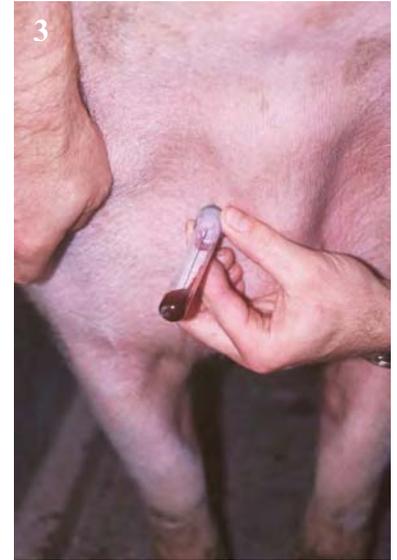
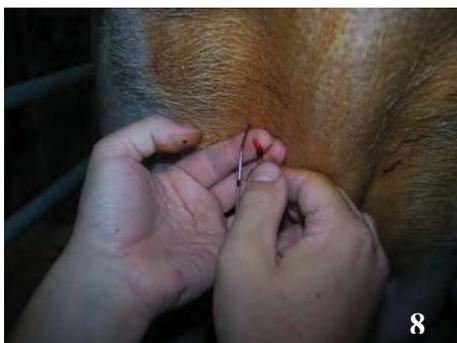


Photo 1 : matériel
Photo 2 : lavage du site de ponction à la Vétédine®
Photo 3 : prise de sang avec un Vacutainer® coupé
Photo 4 : insertion du guide métallique
Photo 5 : retrait de l'aiguille de ponction et du porte-tube
Photo 6 : insertion d'une aiguille dans la peau pour agrandir le trou
Photo 7 : mise en place du cathéter autour du guide
Photos 8, 9, 10 : raccord avec le prolongateur et fixation





Photos 11, 12, 13 : fixation avec du ruban adhésif et de la colle
Photos 14, 15, 16 : mise en place de la poche à prolongateur
Photos 17, 18, 19 : fin de la procédure et retour de la truie dans sa case de maternité

Image 2 : Prélèvements sanguins et pesée des porcelets au moment de la mise bas



Annexe 1

Résultats des variables de l'approche ALARME dans les 4 élevages

Elevage Dept. Sem.	Conduite bandes	Nombre troues	Maternité Nombre Places Entrée troues	Alimentation		Distribution		Interventionnisme
				gestation	lactation	gestation	lactation	
A (22) Sem. 21	7	250	2 10 places 1 sem.	GestaPlus	LactaPlus	sec, auto farine 2,4 kg/j 3 repas	sec, manuel farine 3 kg/j 2 repas	faible
B-E (72) Sem. 22/25	7	500	1 21 places 1 sem.	GestaFibre	GestaFibre	soupe, auto farine 2,4 kg/j 3 repas	soupe, auto farine 2,750 kg/j 2 repas	élevé
C (53) Sem. 23	4	120	1 24 places 1 sem.	GestaPlus	LactaProlif	sec, manuel farine 3 kg/j 2 repas	sec, auto farine 3 à 3,5 kg/j 3 repas	élevé
D (51) Sem. 24	7	200	1 10 places 3 jours	GestaPlus	LactaProlif	sec, auto farine 2,8 kg/j 2 repas	sec, auto farine 3 kg/j 2 repas	très élevé

Annexe 2

Fiche « chronopart »

FICHE 5

Elevage	B	Date IA	02-févr
N° truie	T11	Date terme	27-mai
Rang	1	Date MB	27-mai

heure début MB	14H58
heure fin MB	19H31

4H33

P	heure naiss. C	poids naissance	Vif V/mort né MN/ momifié Mo (taille)	Test poumon -/+	sexe M/F	cordons coupés	méconium Mm	dans env.	Gros cordons GC, nœuds dans le cordon NC, anémie A	réanimé	fouille/ heure/nb retiré	ocytocine/heure/ posologie
1	14.58	1320	V		F							
2	15.11	700	V		F							
3	15.46	660	V		F							
4	16.21	1200	V		F							
5	16.55	970	V		F							
6	17.05	1470	MN		M							
7	17.07	640	V		M							
8	17.08	830	V		M							
9	17.22	1510	V		F							
10	17.25	920	V		F							
11	17.27	1100	V		F							
12	17.35	960	V		M							
13	17.45	1640	V		M							
14	17.58	1690	V		M							
15	18.11	1560	V		M							
16	19.25	710	V		F							
17	19.30	1580	V		M							
18	19.31	20 CM	Mo									
19	19.31	1270	V		M			X				

Fiche de relevé des postures de la truie et analyse urinaire

Elevage	B		
N°truie	T11		
	Nb porcelets mamelle	comportement de la truie	Test urine
G<112			
G112			
G113			
G114			L N-
G115			
G116			
T0	0	L puis C	
T0,5	0	Dg	
T1	1	Dg	
T1,5	3	A	
T2	3	Dg	
T2,5	2	Dg	
T3	6	Dg	
T3,5	11	Dg	
T4	11	L	
T4,5	13	Dg	
T5	8	Dd	
T5,5	11	Dd	
T6			
Tf	15	Dd	

Annexe 3

Composition alimentaire des différents aliments distribués en fin de gestation chez les truies

GESTA FIBRE

FE VRAC

ALIMENT COMPLET POUR TRUIES GESTANTES ET VERRATS.

Aliment conforme aux normes CORPEN Biphase 2003 pour l'Azote et le Phosphore.

MODE D'EMPLOI :

TRUIES EN GESTATION : distribution de 2,6 à 3,2 kg par jour selon l'état et le poids des animaux et les conditions de logement, en particulier la température et le mode de contention. Augmenter de 200 à 300 g par jour en fin de gestation. VERRATS : 3 à 4 kg par jour selon l'état et le poids vif. Veiller à un bon abreuvement. Consulter nos services techniques.

CET ALIMENT EST STRICTEMENT RESERVE A LA CATEGORIE D'ANIMAUX CI-DESSUS.

COMPOSITION :

Orge 50 %, Son de Blé 17 %, Avoine 10 %, Tourteau d'extraction de tournesol 7 %, Pulpe de betterave, Blé, Aliment de gluten de Blé, Carbonate de calcium, Tourteau d'extraction de soja*, Tourteau d'extraction de colza, Graines oléagineuses, Graisse, Chlorure de sodium, Mélasse, Prémélange d'additifs.

* Matières Premières génétiquement modifiées.

CONSTITUANTS ANALYTIQUES :

* Humidité	14.00 %
* Protéine Brute	13.00 %
* Matières Grasses	3.80 %
* Cellulose Brute	8.50 %
* Cendres Brutes	5.40 %
* Lysine	6.50 g/kg

ADDITIFS (par kg) :

VITAMINES :

* Vitamine A	15000 UI
* Vitamine D3	2000 UI
* Vitamine E (en acétate d'alpha-tocophérol)	60 UI

OLIGO-ELEMENTS :

* Cuivre(sulfate)	10 mg
-------------------	-------

ACIDES AMINES ET ANALOGUES :

- * L-Lysine
- * L-Thréonine

CONSERVATEURS :

- * Acide formique (E 236)

ENZYMES :

- * Phytase EC3.1.3.8 / E 1600 500 FTU

GESTA PLUS**FE VRAC**

ALIMENT COMPLET POUR TRUIES GESTANTES ET VERRATS.

Aliment conforme aux normes CORPEN Biphase 2003 pour l'Azote et le Phosphore.

MODE D'EMPLOI :

TRUIES EN GESTATION : distribution de 2,6 à 3,2 kg par jour selon l'état et le poids des animaux et les conditions de logement, en particulier la température et le mode de contention.

Augmenter de 200 à 300 g par jour en fin de gestation. VERRATS : 3 à 4 kg par jour selon l'état et le poids vif. Veiller à un bon abreuvement. Consulter nos services techniques.

CET ALIMENT EST STRICTEMENT RESERVE A LA CATEGORIE D'ANIMAUX CI-DESSUS.

COMPOSITION :

Orge 45 %, Aliment de gluten de Blé 15 %, Son de Blé 11 %, Blé 9 %, Tourteau d'extraction de tournesol 5 %, Avoine 5 %, Pulpe de betterave, Tourteau tournesol semi-décort, Carbonate de calcium, Tx Soja Tracé (OGM< 0.9), Huiles Végétales, Chlorure de sodium, Mélasse, Phosphate bicalcique, Prémélange d'additifs.

CONSTITUANTS ANALYTIQUES :

* Humidité	14.00 %
* Protéine Brute	13.00 %
* Matières Grasses	3.30 %
* Cellulose Brute	7.60 %
* Cendres Brutes	5.40 %
* Lysine	6.50 g/kg

ADDITIFS (par kg) :**VITAMINES :**

* Vitamine A	15000 UI
* Vitamine D3	2000 UI
* Vitamine E (en acétate d'alpha-tocophérol)	60 UI

OLIGO-ELEMENTS :

* Cuivre (sulfate)	10 mg
--------------------	-------

ACIDES AMINES ET ANALOGUES :

- * L-Lysine
- * L-Thréonine

CONSERVATEURS :

- * Acide formique (E 236)

ENZYMES :

- * Phytase EC3.1.3.8 / E 1600 500 FTU

LACTA PLUS**FE VRAC**

ALIMENT COMPLET DESTINÉ AUX TRUIES EN LACTATION.

Aliment conforme aux normes CORPEN Biphase 2003 pour l'Azote et le Phosphore.

MODE D'EMPLOI :

Distribution selon notre plan d'alimentation jusqu'à 5,5 à 8 kg par jour en pic de lactation selon l'appétit et le nombre de porcelets. Eau potable à volonté. Consulter nos services techniques.

CET ALIMENT EST STRICTEMENT RESERVE A LA CATEGORIE D'ANIMAUX CI-DESSUS.

COMPOSITION :

Orge 30 %, Blé 15 %, Son de Blé 10 %, Aliment de gluten de Blé 10 %, Tourteau tournesol semi-décort 8 %, Tx Soja Tracé (OGM< 0.9) 6 %, Maïs 5 %, Coproduits de boulangerie, Tourteau d'extraction de colza, Graines de tournesol, Avoine, Graisse, Carbonate de calcium, Huiles Végétales, Chlorure de sodium, Phosphate bicalcique, Prémélange d'additifs.

CONSTITUANTS ANALYTIQUES :

* Humidité	14.00 %
* Protéine Brute	16.00 %
* Matières Grasses	5.30 %
* Cellulose Brute	6.20 %
* Cendres Brutes	5.40 %
* Lysine	9.00 g/kg

ADDITIFS (par kg) :**VITAMINES :**

* Vitamine A	15000 UI
* Vitamine D3	2000 UI
* Vitamine E (en acétate d'alpha-tocophérol)	60 UI

OLIGO-ELEMENTS :

* Cuivre(sulfate)	10 mg
-------------------	-------

ACIDES AMINES ET ANALOGUES :

* L-Lysine	
* L-Thréonine	
* Analogue Hydroxylé de la méthionine	0.4 g

CONSERVATEURS :

* Acide formique (E 236)	
--------------------------	--

ENZYMES :

* Phytase EC3.1.3.8 / E 1600	500 FTU
------------------------------	---------

MICRO-ORGANISMES :

* S. Cerevisiae	1 *10E9 UFC
-----------------	-------------

LACTA PROLIF**FE VRAC**

ALIMENT COMPLET DESTINÉ AUX TRUIES EN LACTATION.

Aliment conforme aux normes CORPEN Biphase 2003 pour l'Azote et le Phosphore.

MODE D'EMPLOI :

Distribution selon notre plan d'alimentation jusqu'à 5,5 à 8 kg par jour en pic de lactation selon l'appétit et le nombre de porcelets. Eau potable à volonté. Veiller aux conditions d'ambiance. Consulter nos services techniques.

CET ALIMENT EST STRICTEMENT RESERVE À LA CATEGORIE D'ANIMAUX CI-DESSUS.

COMPOSITION :

Orge 35 %, Blé 13 %, Son de Blé 12 %, Tourteau d'extraction de soja* 10 %, Tourteau tournesol semi-décort 6 %, Aliment de gluten de Blé 5 %, Avoine 5 %, Coproduits de boulangerie, Graisse, Tourteau d'extraction de colza, Graines de tournesol, Carbonate de calcium, Huiles Végétales, Chlorure de sodium, Phosphate bicalcique, Prémélange d'additifs.

* Matières Premières génétiquement modifiées.

CONSTITUANTS ANALYTIQUES :

* Humidité	14.00 %
* Protéine Brute	16.50 %
* Matières Grasses	6.50 %
* Cellulose Brute	6.40 %
* Cendres Brutes	5.50 %
* Lysine	10.00 g/kg

ADDITIFS (par kg) :**VITAMINES :**

* Vitamine A	15000 UI
* Vitamine D3	2000 UI
* Vitamine E (en acétate d'alpha-tocophérol)	60 UI

OLIGO-ELEMENTS :

* Cuivre (sulfate)	10 mg
--------------------	-------

ACIDES AMINES ET ANALOGUES :

* L-Lysine	
* L-Thréonine	
* Analogue Hydroxylé de la méthionine	0.7 g

CONSERVATEURS :

* Acide formique (E 236)	
--------------------------	--

ENZYMES :

* Phytase EC3.1.3.8 / E 1600	500 FTU
------------------------------	---------

MICRO-ORGANISMES :

* S. Cerevisiae	1 *10E9 UFC
-----------------	-------------

Annexe 4

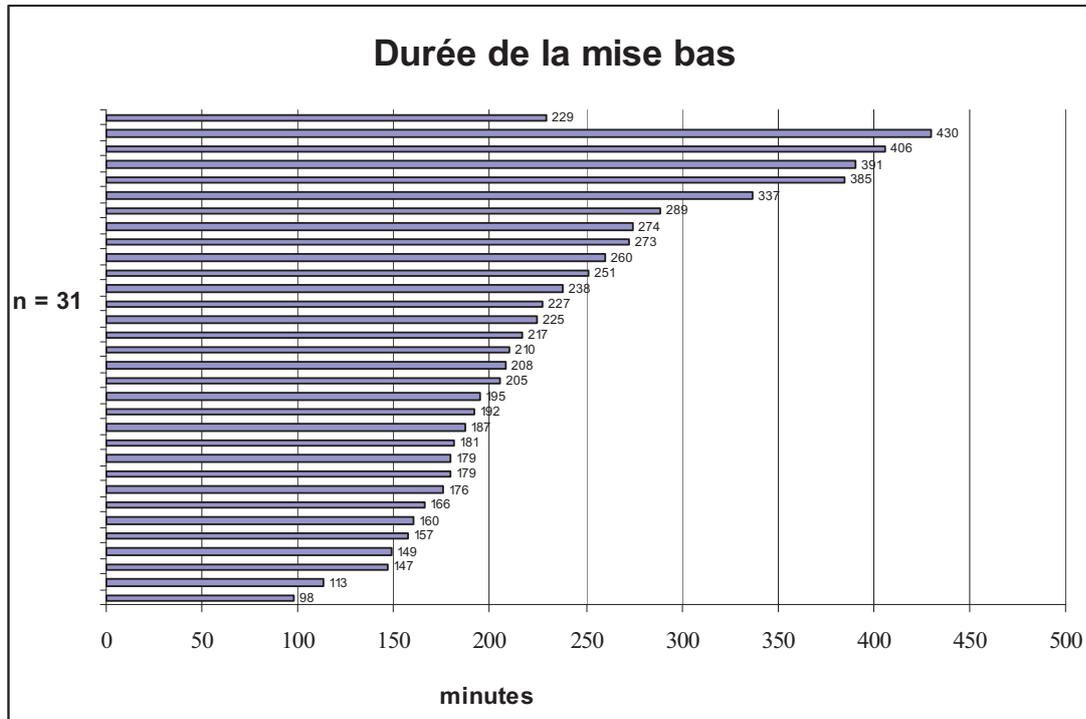
Numéro	GP2	Truie	ELD	Rang	Poids (kg)	Reactivité	Heure PS G0	Heure début MB	TG0	TG-1	Durée gestation	NT	Durée MB heure	Durée MB min	Intervalle MB (min)	Fouilles	Nb PS Ocytoc	Nb PS Gest
1	INF	BT1	16	1	237	2	06:00	17:43	11:43	35:43	114	15	02:27	147	9,8	0	9	3
2	INF	BT2	22	1	234	1	06:00	19:15	13:15	37:15	115	12	02:46	166	13,8	0	9	3
3	INF	DT2	16	2	251	1	06:00	23:04	17:04		113	16	02:56	176	11,0	0	9	1
4	INF	DT3	11	2	215	1	06:00	04:50	13:10		114	17	02:40	160	9,4	0	9	1
5		DT8	8	1	161	1	06:00	17:47	11:47	35:47	115	10	03:01	181	18,1	0	6	3
6	INF	ET2	12	1	246	0	06:00	15:36	09:36	33:36	114	19	02:59	179	9,4	0	9	2
7	INF	ET4	16	2	210	1	06:00	11:35	05:35	29:35	113	13	01:38	98	7,5	0	9	2
8	INF	ET5	16	1	207	2	06:00	02:28	15:32	39:32	116	13	02:37	157	12,1	0	7	4
9		ET7	18	2	231	0	06:00	09:55	03:55	27:55	115	8	02:29	149	18,6	0	6	4
10	INF	ET8	22	1	220	0	06:00	22:33	14.33		112	17	01:53	113	6,6	0	9	1
11	INF	ET14	18	1	217	1	06:00	18:58	12:58	36:58	113	16	02:59	179	11,2	0	7	2
12	INF	ET17	24	1	208	1	06:00	15:42	09:42	33:42	114	16	03:07	187	11,7	0	9	3
13	SUP	AT2	12	2	257	0	06:00	13:24	07:24	31:24	114	16	04:34	274	17,1	0	9	4
14	SUP	BT5	16	2	226	0	06:00	18:15	12:15	36:15	114	18	04:49	289	16,1	0	9	3
15	SUP	BT11	22	1	217	1	06:00	14:58	08:58	32:58	114	18	04:33	273	15,2	0	9	3
16	SUP	CT4	20	1	238	0	06:00	22:00	16:00	40:00	115	13	07:10	430	33,1	2	9	4
17	SUP	CT6	21	1	236	0	06:00	10:00	04:00	28:00	116	19	06:46	406	21,4	3	9	5
18	SUP	CT7	19	2		0	06:00	17:10	11:10	35:10	113	15	05:37	337	22,5	0	9	2
19	SUP	DT1	13	2	243	1		15:00			112	18	06:25	385	21,4	1	9	0
20	SUP	DT6	16	1	201	2	06:00	04:40	13:20		113	16	03:58	238	14,9	0	6	1
21	SUP	ET6	15	2	248	0	06:00	10:48	04:48	28:48	115	12	04:20	260	21,7	8	1	4
22	SUP	ET11	16	2	215	0	06:00	16:25	10:25		112	13	04:11	251	20,9	0	9	1
23	SUP	ET16	23	1	253	1	06:00	01:09	16:51	40:51	114	15	06:31	391	26,1	0	9	2
24	INT	BT3	20	1	222	0	06:00	22:40	16:40	40:40	114	11	03:25	205	18,6	0	6	2
25	INT	BT6	22	1	229	2	06:00	19:28	13:28	37:28	112	12	03:37	217	18,1	0	9	2
26	INT	BT7	21	1	225	1	06:00	01:10	16:50	40:50	116	13	03:15	195	15,0	0	9	4
27	INT	BT9	22	1	222	1	06:00	15:15	09:15	33:15	114	13	03:45	225	17,3	0	9	3
28	INT	BT10	21	1	211	0	06:00	19:23	13:23	37:23	115	13	03:47	227	17,5	1	9	4
29	INT	CT2	17	1	222	0	06:00	23:20	17:20	41:20	113	12	03:30	210	17,5	0	9	2
30		ET1	17	1	241	2	06:00	19:04	13:04	37:04	114	9	03:12	192	21,3	1	6	2
31	INT	ET3	17	1	240	1	06:00	19:27	13:27	37:27	114	11	03:28	208	18,9	0	6	2

Tableau 1 : Récapitulatif des données brutes des 31 truies suivies.

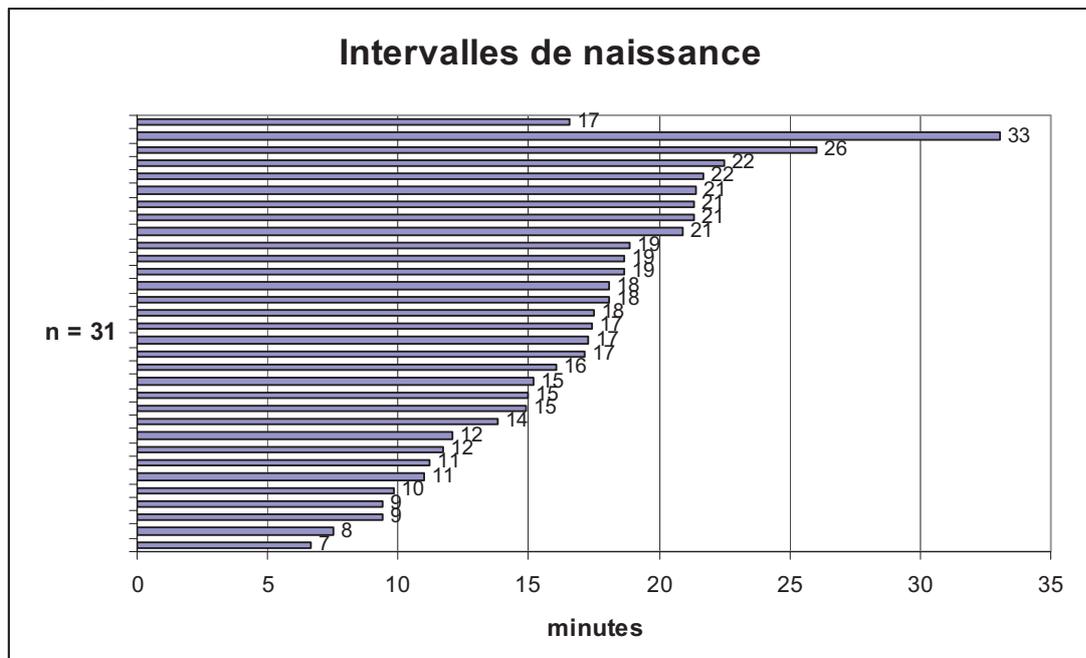
Annexe 5

Descriptif des mises bas suivies

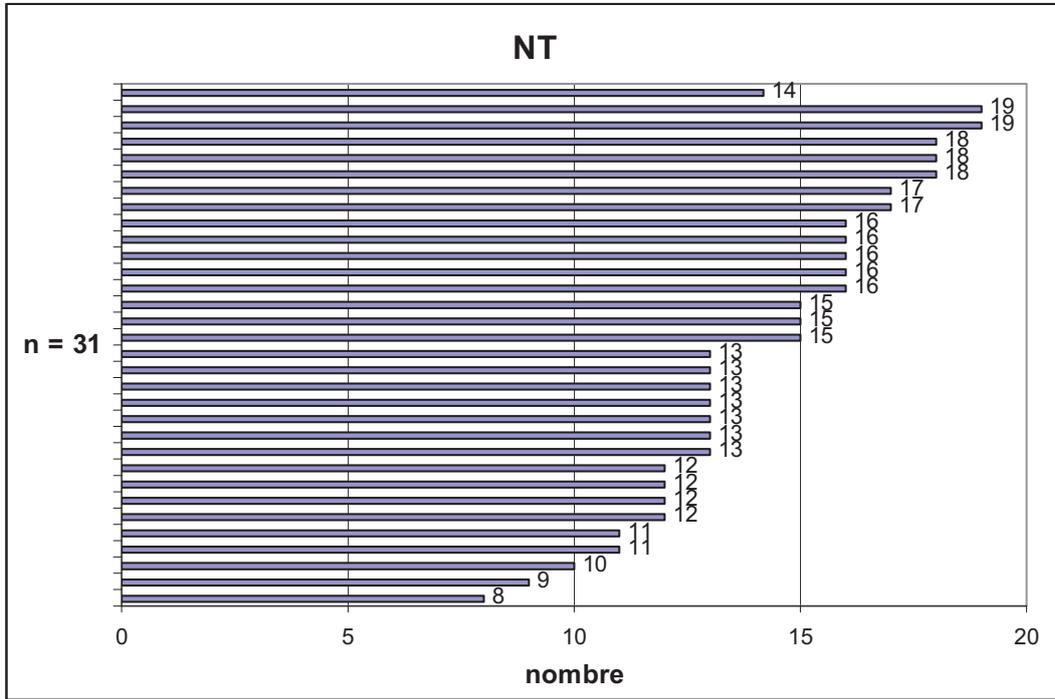
Graphique 1



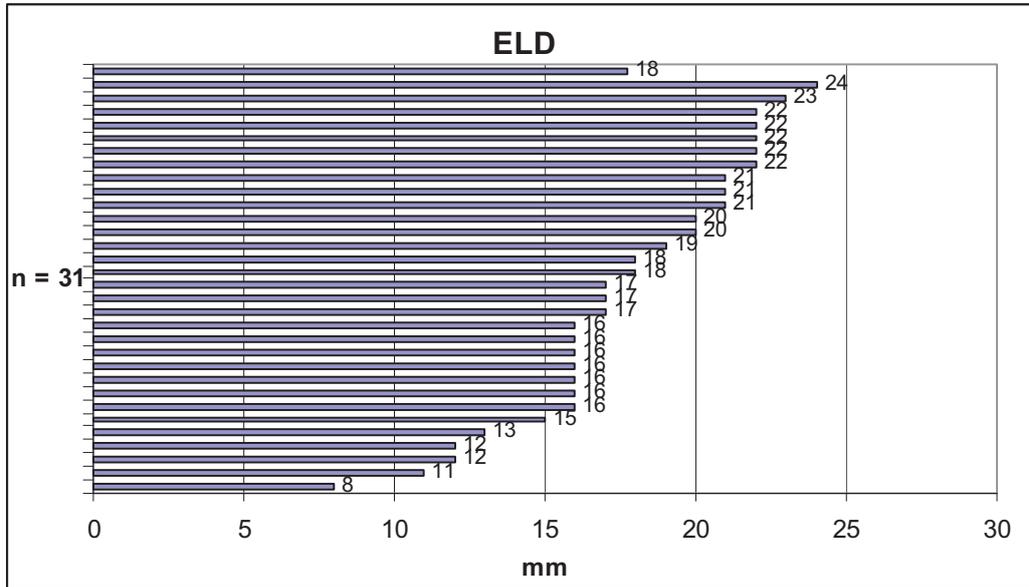
Graphique 2



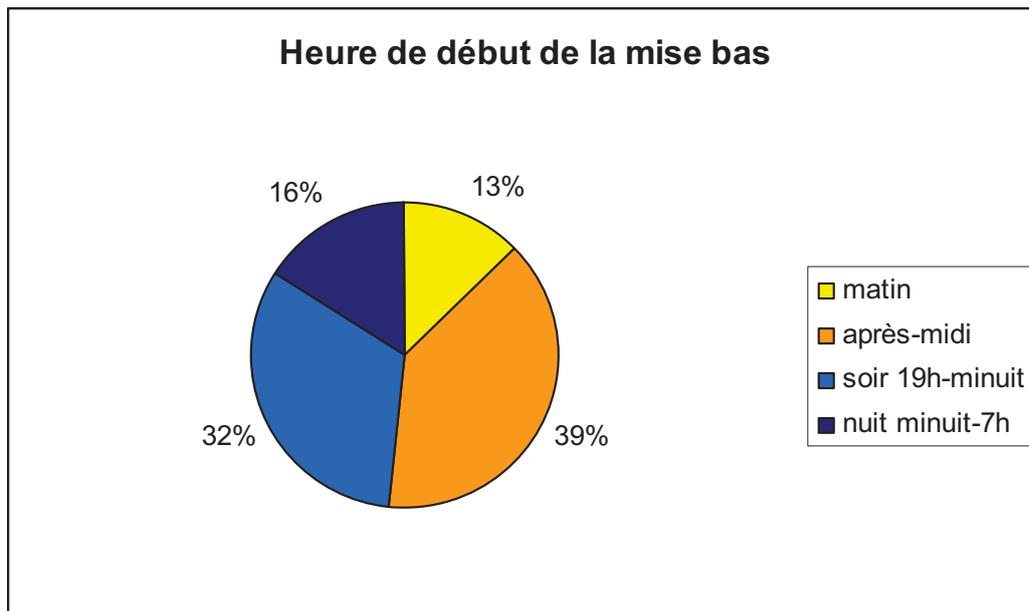
Graphique 3



Graphique 5



Graphique 6



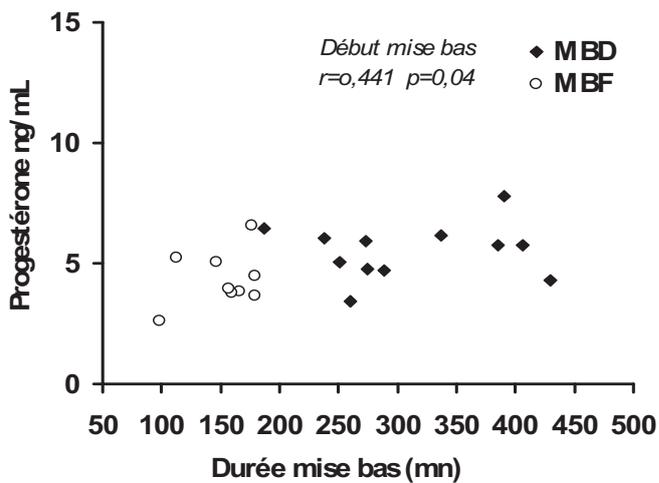
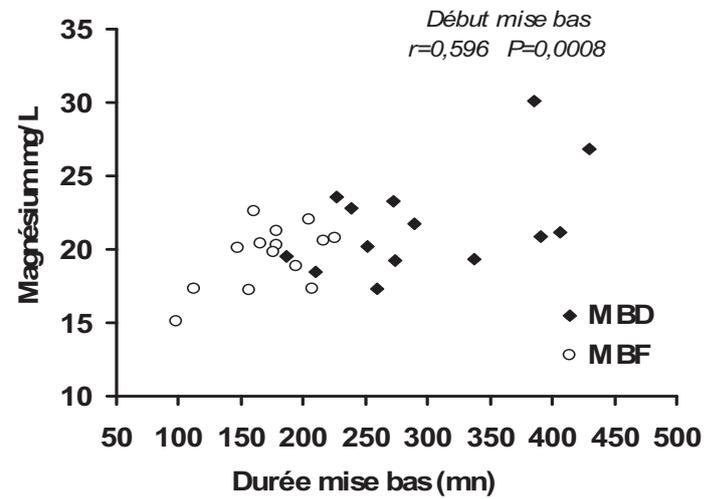
Annexe 6

Tableau 1 : Corrélations entre les paramètres du déroulement de la mise bas et les caractéristiques des truies ou des portées (*Coefficient de Pearson ; les valeurs en gras sont significatives au seuil 5%. Les valeurs soulignées sont significatives au seuil 1%.*)

	Durée de mise bas	Taux nés 2h %	Taux nés 3h %	Taux nés 4h %	Nés totaux	Mort-nés	Momifiés	Poids truie	ELD	Durée gestation	Poids de la portée	Taux nés >1600 g
Durée de mise bas	-											
Taux nés en 2h %	<u>-0,693</u>	-										
Taux nés en 3h %	<u>-0,759</u>	<u>0,787</u>	-									
Taux nés en 4h %	<u>-0,825</u>	<u>0,654</u>	<u>0,885</u>	-								
Nés totaux	0,221	-0,225	-0,253	<u>-0,474</u>	-							
Mort-nés	<u>0,526</u>	-0,386	<u>-0,601</u>	<u>-0,744</u>	<u>0,590</u>	-						
Momifiés	0,144	-0,290	-0,348	-0,273	0,008	0,084	-					
Poids truie	0,417	-0,372	-0,353	-0,351	0,139	0,158	0,040	-				
ELD	0,116	-0,233	-0,023	0,026	-0,243	-0,111	-0,029	-0,218	-			
Durée gestation	0,133	0,032	-0,014	-0,051	-0,078	0,073	0,064	0,073	0,157	-		
Poids de la portée	0,600	-0,254	-0,371	-0,554	0,539	0,419	-0,068	0,473	-0,210	0,013	-	
Taux nés >1600 g	0,367	0,077	-0,092	-0,120	-0,263	-0,067	-0,023	0,397	-0,188	0,020	<u>0,499</u>	-
Sexe ratio	0,329	-0,188	-0,154	-0,319	0,185	0,333	0,779	0,223	-0,083	-0,219	0,406	0,192

Annexe 7

Figure 1 : Niveaux de la progestéronémie et de la magnésémie en début de mise bas chez les truies à parturition facile (MBF) ou difficile (MBD). Moyennes et erreurs-types.



Annexe 8

<i>Avant la mise bas</i>	Glu	AGNE	Lact	HCO ₃	Ht	Hb	Prot	CK	Ca	Mg	P4	E2	E2/P ₄
Durée mise bas	0,065	0,137	- 0,029	0,185	- 0,218	- 0,407	0,366	0,003	0,264	0,062	0,062	0,449	0,529
Taux nés en 2h %	- 0,417	0,287	- 0,132	0,004	0,137	0,192	<u>-</u> 0,549	0,041	- 0,386	- 0,413	- 0,147	- 0,168	- 0,489
Taux nés en h %	- 0,287	0,106	0,131	- 0,087	0,145	0,205	- 0,238	- 0,089	- 0,160	- 0,156	- 0,020	- 0,040	- 0,327
Taux nés en 4h %	- 0,071	0,038	0,092	- 0,136	0,149	0,260	- 0,193	- 0,108	- 0,086	- 0,273	- 0,108	- 0,174	- 0,363
Nés totaux	- 0,097	-0,087	0,175	- 0,028	- 0,266	- 0,217	0,120	0,390	- 0,127	0,047	0,105	- 0,121	0,026
Mort-nés	0,120	0,020	0,188	0,256	- 0,181	- 0,259	0,080	- 0,128	0,117	0,130	0,362	0,075	0,094
Momifiés	0,057	-0,030	- 0,023	0,109	0,430	0,428	0,044	- 0,141	0,221	0,068	- 0,186	- 0,335	- 0,184
Poids truie	0,099	-0,069	- 0,015	0,174	- 0,075	- 0,381	- 0,090	0,286	0,246	0,088	0,189	0,010	0,255
ELD	0,141	0,278	0,164	- 0,468	0,009	0,048	0,500	- 0,308	0,080	0,230	0,412	0,180	0,250
Poids de la portée	- 0,115	0,078	0,168	- 0,003	- 0,337	- 0,450	0,308	0,212	0,161	0,251	0,060	0,222	0,207
Taux nés >1600 g	0,044	0,190	0,005	0,047	- 0,174	- 0,325	- 0,087	- 0,015	0,058	0,064	- 0,243	0,352	0,250
<i>Au 1^{er} porcelet</i>	Glu	AGNE	Lact	HCO ₃	Ht	Hb	Prot	CK	Ca	Mg	P4	E2	E2/P ₄
Durée de mise bas	0,114	0,187	0,098	0,225	- 0,238	- 0,125	0,440	- 0,092	0,156	0,597	0,441	0,135	- 0,120
Taux nés en 2h %	- 0,155	-0,037	- 0,087	0,378	0,078	- 0,033	<u>-</u> 0,619	0,057	- 0,162	<u>-</u> 0,470	- 0,486	- 0,034	0,283
Taux nés en 3 h %	- 0,157	-0,102	- 0,156	0,346	0,133	0,039	<u>-</u> 0,492	0,106	0,020	- 0,427	- 0,249	0,054	0,227
Taux nés en 4h %	- 0,030	-0,089	- 0,104	0,153	0,154	0,126	- 0,411	0,095	0,089	<u>-</u> 0,527	- 0,322	- 0,024	0,150
Nés totaux	- 0,379	0,026	- 0,032	- 0,192	- 0,089	- 0,125	0,188	0,281	- 0,161	0,313	0,317	0,108	- 0,105
Mort-nés	- 0,322	0,222	0,043	- 0,065	- 0,079	- 0,077	0,241	0,271	- 0,038	0,293	0,109	0,150	0,024
Momifiés	0,070	0,077	- 0,318	0,268	0,272	0,242	0,160	- 0,106	0,163	- 0,146	0,267	- 0,220	- 0,153
Poids truie	- 0,084	0,131	0,222	0,066	- 0,205	- 0,131	0,156	0,246	- 0,107	0,079	- 0,273	- 0,346	- 0,466
ELD	0,237	0,041	- 0,026	- 0,113	- 0,027	- 0,110	0,289	- 0,220	0,250	- 0,035	0,469	0,131	- 0,058
Poids de la portée	- 0,276	0,170	0,248	- 0,099	- 0,398	- 0,273	0,279	0,069	- 0,097	0,435	0,381	0,210	- 0,057
Taux nés >1600 g	- 0,007	0,187	0,217	0,271	- 0,234	- 0,138	- 0,139	- 0,127	- 0,027	0,101	- 0,082	- 0,099	- 0,117

<i>1h après la fin de mise bas</i>	Glu	AGNE	Lact	HCO3	Ht	Hb	Prot	CK	Ca	Mg
Durée de mise bas	NS	NS	-0,326	NS	NS	NS	-0,431	NS	NS	<u>0,540</u>
Taux nés en 2h %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	<u>-0,540</u>	NS	NS	<u>-0,498</u>
Taux nés en 3h %	-0,309	-0,399	<u>-0,563</u>	NS	NS	NS	-0,400	NS	NS	<u>-0,514</u>
Taux nés en 4h %	-0,353	NS	<u>-0,503</u>	NS	NS	NS	-0,376	NS	NS	<u>-0,550</u>
Nés totaux	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Tableau 1 : Corrélations entre les paramètres sanguins (12-24h précédant la mise bas, après la naissance du 1^{er} porcelet ou 1h après la fin de mise bas) et le déroulement des mises bas, les caractéristiques des truies et portées. (*Coefficient de Pearson ; les valeurs en gras sont significatives au seuil 5%. Les valeurs soulignées sont significatives au seuil 1%.*)

11 Bibliographie

- ASH R.W., HEAP R.B. "Oestrogen, progesterone and corticosteroid concentrations in peripheral plasma of sows during pregnancy, parturition, lactation and after weaning." Journal of Endocrinology (1975), **64**:141-154
- AUMAITRE A., DEGLAIRE B., LEBOST J. "Prématurité de la mise bas chez la truie et signification du poids à la naissance du porcelet." Ann. Biol. Bioch. Biophys. (1979), **19**:267-275
- AVERETTE L.A., ODLE J., MONACO M.H. "Dietary fat during pregnancy and lactation increases milk fat and insulin-like growth factor 1 concentrations and improves neonatal growth rates in swine." J. of Nutr. Dec. (1999), **129**:2123-2129
- AYLIFFE T.R., NOAKES D.E. "The effect of experimental induced hypocalcaemia on uterine activity in the sow during parturition and post-partum." Theriogenology (1984), **21**:803-822
- BAGNELL C.A., ZHANG Q., AINSWORTH L. "Sources and biological actions of relaxin in pigs." J. Reprod. Fert. Suppl. (1993), **48**:127-138
- BALDWIN D.M., STABENFELDT G.H. "Endocrine changes in the pig during late pregnancy, parturition and lactation." Biology of reproduction (1975), **12**:508-515
- BARCELO J. "Appréciation de l'état corporel des truies en fonction de l'épaisseur de lard dorsal." B et M (2005)
- BAZER F.W., FIRST N.L. "Pregnancy and parturition." J. Anim. Sci. (1983), **57**: 425-460
- BAZER F.W., THATCHER W.W. "Theory of maternal recognition of pregnancy in swine based on estrogen controlled endocrine versus exocrine secretion of prostaglandin F2a by the uterine endometrium." Prostaglandin (1977), **14**:397-401
- BICKNELL R.J., LENG G. "Endogeneous opiates regulate oxytocin but not vasopressin secretion from the neurohypophysis." Nature (1982), **298**:161-162
- BIENSEN N.J., WILSON M.E., FORD S.P. "The impacts of uterine environment and foetal genotype on conceptus size and placental vascularity during late gestation in pigs." J. Anim. Sci. (1999), **77**:954-959
- BIZERAY D., BUNOD AH., LENSINK J. "test de déplacement dans un couloir à l'entrée en maternité." Journées Recherche Porcine (2006), **38**:445-452
- BOSC M., DU MESNIL du BUISSON "Mise en évidence d'un contrôle foetal de la parturition chez la truie. Interactions avec la fonction lutéale." C.R. Acad. Sci. (1974), **278**:1507-1510
- BOSC M.J., MARTINAT-BOTTE F., GROUZELLE G., HURAUULT B. "Bilan d'utilisation des prostaglandines au moment de la parturition chez la truie." Journées Rech. Porcine en France (1977), 39-42
- BOULOT S. "Fiches techniques Observations Porcelets Mise Bas" Extrait Intervention "Gestion de la mise bas et pertes en maternité"
- BOUWMAN E.G., SCHAMS D., SOEDE NM, KEMP B. "Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behaviour in oestrous sows." Theriogenology (2003), **59**:849-861
- CANARIO L, FOUILLEY J-L., BIDANEL J-P. "Analyse des facteurs de variation de la mortalité des porcelets." Journées Recherche Porcine (2007), **39**:273-280
- CANARIO L. GRUAND J., BIDANEL J.P. "Variabilité entre types génétiques et intra-race de la durée de mise bas." Journées Recherche Porcine (2004), **36**:293-300
- CANARIO L., RYDHMER L., BIDANEL J.P. "Evolutions génétiques, entre 1977 et 1998, des caractéristiques des porcelets et du comportement de la truie à la mise bas en race Large White." Journées Recherche Porcine (2007), **39**:257-264
- CARIOLET R. "Etude des postures en phase de repos chez des truies bloquées en gestation : relation entre la largeur de la stalle et la pathologie de la mise bas." Journées Recherche Porcine (1991), **23**:189-194
- CARIOLET R. "Etudes sur l'adaptation des femelles gestantes à leur environnement." La lettre du réseau Porc Experts (1999)
- CASTAING J., CAMBEILH D. "Effets de la granulométrie des aliments sur les performances et le comportement des truies en gestation-lactation." Journées Rech. Porcine en France (2001), **33**:165-172
- CASTREN H., ALGERS B. "Preparturient variation in progesterone, prolactin, oxytocin and somatostatin in relation to nest-building in sows." Appl. Anim. Behav. Sci. (1996), **38**:91-102
- CHARTREL N., VAUDRY H. "La relaxine : une ancienne hormone trouve enfin ses récepteurs." Medecine sciences (2002), **18**:1061-1063
- CLAUS R., ELLENDORFF F., HOANG-VU C. "Spontaneous electromyographic activity throughout the cycle in the sow and its change by intrauterine oestrogen infusion during oestrus." J. Reprod. Fert. (1989), **87**:543-551
- CROMWELL G.L., HALL D.D., CLAWSON A.J. J. Anim. Sci. (1989), **67**:3-14

DEVILLERS N., FARMER C., LE DIVIDICH J. "Hormones, IgG and lactose changes around parturition in plasma, and colostrum or saliva of multiparous sows." Reprod. Nutr. Dev. (2004), **44**:381-396

DEVILLERS N., LE DIVIDICH J., FARMER C. "Origine et conséquences de la variabilité de la production de colostrum par la truie et de la consommation de colostrum par les porcelets." Journées Recherche Porcine (2005), **37**:435-442

DOURMAD J. Y., MATTE J. J., LEBRETON Y. "Influence du repas sur l'utilisation des nutriments et des vitamines par la mamelle, chez la truie en lactation." Journées Rech. Porcine en France (2000), **32**:265-273

DOURMAD J.Y., ETIENNE M., NOBLET J. "Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires." INRA Prod. Anim. (2001), **14**:41-50

DUBROCA S., BOULOT S., QUINIOU N. "Incidence de l'utilisation d'une ocytocine de synthèse sur le déroulement de la mise bas, les performances et l'état de santé de la truie et de sa portée." Journées Recherche Porcine (2006), **38**:467-474

DZIUK P., HARMON B.G. "Succession of foetuses at parturition in the pig." Amer. J. Vet. Res. (1969), **30**:419

EICH K.O. "Manuel pratique des maladies du porc." Ed. La France Agricole (1987), p. 298

ELLENDORFF F., TAVERNE M., ELSAESSER F. "Endocrinology of parturition in the pig" Animal Reproduction Science (1979), **2**:323-334

ENGLISH P.R., EDWARDS S.A. "Management of the nursing sow and her litter." Pig production (1996), 113-140

ENGLISH P.R., MORRISSON V. "Causes and prevention of piglet mortality." Pig News and Information (1984), **5**:369-375

ENGLISH P.R., SMITH W.J. "Some causes of death in neonatal piglets." Vet. Ann. (1975), **15**:95

ENGLISH P.R., WILKINSON V. "Management of the sow and litter in late pregnancy and lactation in relation to piglet survival and growth." Control of pig reproduction (1982), 479-506

ETIENNE M., LEGAULT C., DOURMAD J.-Y., NOBLET J. "Production laitière de la truie : estimation, composition, facteurs de variation et évolution." Journées Rech. Porcine en France (2000), **32**:253-264

ETIENNE M., PERE M.C. "Evolution de la sensibilité à l'insuline au cours du cycle de reproduction chez la truie." Journées de la Rech. Porcine en France (2002), **34**:295-301

EVERTS H., DEKKER R.A. "Effect of nitrogen supply on the retention and excretion of nitrogen and on energy metabolism of pregnant sows." Anim. Prod. (1994), **59**:293-301

FARMER C., QUESNEL H. "Nutritional, hormonal end environmental effects on colostrum in sows." J. Anim. Sci. (2009), **87**:56-64

FELDER K.J., MOLINA J.R., ANDERSON L.L. "Precise timing for peak relaxin and decreased progesterone secretion after hysterectomy in the pig." Endocrinology (1986), **119**:1502

FEVRE J., LEGLISE P., REYNAUD O. "Rôle des surrénales maternelles dans la production d'oestrogènes par la truie gravide." Ann. Biol. An. Biochem. Biophys (1974), **12**:559-567

FEVRE J., TERQUI M., BOSCH M. J. "Mécanismes de la naissance chez la truie. Equilibres hormonaux avant et pendant le part." Journées Rech. Porcine en France (1975), 393-398

FIRST N.L., BOSCH M.J. "Proposed mechanisms controlling parturition and the induction of parturition in swine." J. Anim. Sci. (1979), **48**:1407-1421

FIRST N.L., LOHSE J.K., NARA B.S. "The endocrine control of parturition." Control of pig reproduction (1982), 331-342

FORD S.P., REYNOLDS L.P., FERRELL C.L. "Blood flow, steroid secretion and nutrient uptake of the gravid uterus during the periparturient period in sows." J. Anim. Sci. (1984), **59**:1085-1091

FORSLING M.L., TAVERNE M.A., ELLENDORFF F. "Plasma oxytocin and steroid concentrations during late pregnancy, parturition and lactation in the miniature pig." J. Endocrinology (1979), **82**:61-69

FRASER D., PHILIPPS P.A., THOMPSON B.K. "Farrowing behaviour and stillbirth in two environments : an evaluation of the restraint-stillbirth hypothesis." Appl. Anim. Behav. Sci. (1997), **55**:51-66

GILBERT C.L., GOODE J.A., McGRATH T.J. "Pulsatile secretion of oxytocin during parturition in the pig:temporal relationship with fetal expulsion." Journal of physiology (1994), **475.1**:129-137

GIRARD L., FARMER C., MARTINEAU G.P. "Serum concentrations of micronutrients, packed cell volume, and blood hemoglobin during the first two gestations and lactations of sows." Can. J. Vet. Res. (1996), **60**:179-185

GONZALEZ-LOZANO M., MOTA-ROJAS D., NAVA-OCAMPO A. "Perinatal outcomes to uterine stimulation with breast massage alone or in combination with oxytocin in dystocic sows." Journal of Theoretical and Experimental Pharmacology (2008), **1**:21-26

GORDON I. "Control of farrowing" Controlled reproduction in farm animal series, **3**:117-145

GOUMON S., MERLOT E., MEUNIER-SALAUN M.C. "Conséquences d'un stress social chronique pendant la

gestation des truies sur la réactivité émotionnelle et les performances de croissance de la progéniture." Journées Recherche Porcine (2007), **39**:83-84

GUILLEMET R., DOURMAD J.Y., MEUNIER-SALAUN M.C. "Feeding behavior in primiparous lactating sows: impact of a high-fiber diet during pregnancy." J. Anim. Sci. (2006), **84**:2474-2481

GYE-SIK MIN, SHERWOOD "Identification of specific relaxin-binding cells in the cervix of the pregnant pig utilizing a biotinylated porcine relaxin probe." Biology of reproduction (1995), **52**:101

HARDING J.C., WALDNER C. "Effects of farrowing induction on suckling piglet performance." Journal of Swine Health and Production (2007), **15**(2):84-91

HARTSOCK T.G., BARCZEWSKI R.A. "Prepartum behavior in swine: effects of pen size." J. Anim. Sci. (1997), **75**:2899-2904

HEMSWORTH P.H., PRICE E.O., BORGWARDT R. "Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli." Appl. Anim. Behav. Sci. (1996), **50**:43-56

HERPIN P., HULIN J. C., FILLAUT M., LE DIVIDICH J. "L'hypoxie de parturition : fréquence et incidence sur la viabilité du porc nouveau-né." Journées Rech. Porcine en France (1997), **29**:59-66

HOLM B., BAKKEN M., REKAYA R. "Genetic analysis of litter size, parturition length, and birth assistance requirements in primiparous sows using a joint linear-threshold animal model." J. Anim. Sci. (2004), **82**:2528-2533

JANCZAK A.M., PEDERSEN L.J., RYDHMER L. "Relation between early fear- and anxiety-related behaviour and maternal ability in sows." Appl. Anim. Behav. Sci. (2003), **82**:121-135

JARVIS S., LAWRENCE A.B. GOODE J.A. "The effect of opioid antagonism and environmental restriction on plasma oxytocin and vasopressin concentrations in parturient gilts." Journal of endocrinology (2000), **166**:39-44

KEMP B., SOEDE N.M., VESSEUR P.C. "Glucose tolerance of pregnant sows in related to postnatal pig mortality." J. Anim. Sci. (1996), **74**:879-885

KILLIAN D.B., GARVERICK H.A., DAY B.N. "Peripheral plasma progesterone and corticoid levels at parturition in the sow;" J. Anim. Sci. (1973), **37**:1371-1375

KITAZAWA T., TANEIKE T. "Pregnancy-associated changes in responsiveness of the porcine myometrium to bioactive substances." Eur J Pharmacol. (2003), **469**:135-144

KLOPFENSTEIN C., FARMER C., MARTINEAU G.P. "Diseases of the mammary glands." Diseases of swine, 9th edition, Ed. Straw B.E. et al.. Ed. Blackwell publishing, 57-85

KORNMATITSUK B., DAHL E., ROPSTAD E. "Endocrine profiles, hematology and pregnancy outcomes of late pregnant holstein dairy heifers sired by bulls giving a high or low incidence of stillbirth." Acta Vet. Scand. (2004), **45**:47-68

KRAELING R.R., BARB C.R., RAMPACEK G.B. "Prolactin and luteinizing hormone secretion in the pregnant pig." J. Anim. Sci. (1992), **70**:3521-3527

KRISTIE A., MUELHING A.J. "Effects of sow-crate design on sow and piglet behavior." J. Anim. Sci. (1989), **67**:94-104

LAWRENCE A.B., PETHERICK J.C., McLEAN K.A. "The effect of environment on behaviour, plasma cortisol and prolactin in parturient sows." Appl. Anim. Behav. Sci. (1994), **39**:313-330

LE COZLER Y., PELLOIS H, DAGORN J. "Importance et origine des porcelets morts nés." (2000)

LE COZLER Y., BEAUMAL V., DOURMAD J.Y. "Changes in the concentrations of glucose, non-esterified fatty acids, urea, insulin, cortisol and some mineral elements in the plasma of the primiparous sows before, during and after induced parturition." Reprod. Nutr. Dev. (1999), **39**:161-169

LE COZLER Y., DAVID C., BEAUMAL V. "Effect of the feeding level during rearing on performance of Large White gilts. Part 2: effect on metabolite profiles during gestation and lactation, and on glucose tolerance." Reprod. Nutr. Dev. (1998), **38**:377-390

LEGAULT C., CARITEZ J.C., LAGANT H. "Etude expérimentale du rôle de l'espace utérin sur la viabilité embryonnaire et fœtale." Journées Recherche Porcine (1995), **27**:25-30

LEMAN A.D., HURTGEN J.P., HILLEY H.D. "Influence of intrauterine events on postnatal survival in the pig." J. Anim. Sci. (1979), **49**:221-224

LENEVEU P., FABLET C., POMMIER P. "Relations entre réactions comportementales et productivité chez la truie. Etude et validation d'un test dans 24 élevages naisseurs-engraisseurs hors-sol." Revue Méd. Vét. (2003), **7**:469-476

LEON E., MADEC F. "Etude de la phase périnatale chez le porc dans trois élevages-La pathologie de la truie à la mise bas." Journées Recherche Porcine (1992), **24**:89-98

LEUILLET M., PRUVOT Y., SALMON-LEGAGNEUR E. "Quelques données sur la croissance prénatale du porc." Journées Recherche Porcine (1969)

LIAO C.M., VEUM T.L. "Effects of dietary energy intake by gilts and heat stress from day 3 to 24 or 30 after

mating and embryo survival and nitrogen and energy balance." *J. Anim. Sci.* (1994), **72**:2369-2377

LUCIA T., CORREA M., MATHEUS J. "Risk factors of stillbirth and fetal mummification in four Brazilian swine herds." *Preventive Veterinary medicine* (2005), **70**:165-176

LYNCH P.B. "Voluntary food intake of sows and gilts." *Brit. Soc. Anim. Prod.* (1989), 71-77

MADEC F. "Troubles de la mise bas : une dizaine de facteurs de risque." *L'élevage porcin* (hors série) (1983), **132**:47-53

MARTEL G., DOURMAD J.Y., DEDIEU B. "Quelles attentes des éleveurs de truies vis-à-vis du rythme de travail au cours de la semaine et quels liens avec les pratiques d'élevage ?" *Journées Recherche Porcine* (2009), **41**:1

MARTIN P.A., BEVIER G.W., DZIUK P.J. "The effect of disconnecting the uterus and ovary on the length of gestation in the pig." *Biology of reproduction* (1978), **18**:428-433

MARTIN P.A., BEVIER G.W., DZIUK P.J. "The effect of number of corpora lutea on the length of gestation in pigs." *Biology of reproduction* (1977), **16**:633-637

MARTINAT-BOTTE F., RENAUD G., TERQUI M. "Echographie et reproduction chez la truie." *INRA éditions* (1998)

MARTINEAU G.P. "The country effect and PGF2 α ." *International Pigletter* (2008), **28**:4b

MATTE J. J. "Développement d'une méthode rapide et non-invasive de cathétérisme jugulaire chez le porc : un outil de recherche accessible à l'industrie." *Journées Rech. Porcine en France* (1997) **29**:67-72

MEISSONNIER E., URSACHE O., CHEVRIER L. "Profils biochimiques et hématologiques chez les truies reproductrices. Influence du stade physiologique et du numéro de cycle de reproduction." *Journées Rech. Porcine en France* (1980), 317-326

MERCAT M.-J., MORMEDE P., "Influences génétiques sur les processus d'adaptation et le comportement alimentaire chez le porc." *INRA Prod. Anim.* (2002), **15**:349-356

MIQUET J.M., MADEC F., PABOEUF F. "Epidémiologie des troubles de la mise bas chez la truie : premiers résultats d'une étude réalisée dans deux élevages." *Journées Recherche Porcine en France* (1990), **22**:325-332

MOINECOURT M., PRIYMENKO N. "L'alimentation en calcium chez la truie en production : bases, recommandations, pathologies associées." *Revue Méd. Vét.* (2006), **157**:121-133

MOSNIER E., DOURMAD J.Y., ETIENNE M. "Feed intake in the multiparous lactating sow: its relationship with reactivity during gestation and tryptophan status." *J. Anim. Sci.* (2009), **87**:1282-1291

MOTA-ROJAS D., VILLANUEVA-GARCIA D. "Influence of time at which oxytocin is administered during labor on uterine activity and perinatal death in pigs." *Biol. Res.* (2007), **40**:55-63

MOTA-ROJAS D., GONZALEZ-LOZANO M., NAVA-OCAMPO A. "Oxytocin use in dystocic sows increases intra-partum stillbirths." *Proceedings of the 19th IPVS Congress Denmark* (2006), **2**

NOBLET J., CLOSE W.H. "Etude préliminaire sur le métabolisme énergétique de la truie nullipare gravide." *Journées Rech. Porcine en France* (1980), 291-298

NOBLET J., DOURMAD J.Y., ETIENNE M. "Energy utilization in pregnant and lactating sows : modeling of energy requirements." *J. Anim. Sci.* (1990), **68**:562-572

OLIVIERO C., HEINONEN M., PELTONIEMI O. "Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation." *Animal reproduction science* (2008), **105**:365-377

OLIVIERO C., HEINONEN M., PELTONIEMI O. "Modern technology in supervision of parturition to prevent piglet mortality." *Acta Veterinaria Scandinavica* (2007), **49**:12

OLIVIERO C., KOKKONEN T., PELTONIEMI O. "Feeding sows with high fibre diet around farrowing and early lactation: impact on intestinal activity, energy balance related parameters and litter performance." *Research in veterinary science* (2008),

OLMOS-HERNANDEZ A., MOTA-ROJAS D. "Fœtal monitoring, uterine dynamics and reproductive performance in spontaneous farrowings in sows." *Journal of Applied Animal Research* (2008), **33**

OLMOS-HERNANDEZ A., TRUJILLO-ORTEGA M.E., MOTA-ROJAS D. "Effect of the parity number on the uterine dynamics in periparturient sows." *Proceedings of the 19th IPVS Congress* (2006), **2**:34

OMTVEDT I.T., NELSON R.E., TURMAN E.J. "Influence of heat stress during early, mid, and late gestation of pigs." *J. anim. Sci.* (1971), **32**:312

PABOEUF F., CARIOLET R., DOURMAD J.Y. "Impact de l'incorporation de fibres dans un régime de gestation sur les performances zootechniques et le comportement des truies." *Journées Recherche Porcine en France* (2000), **32**:105-113

PALIN M.F., MURPHY B. "L'importance du tissu adipeux pour la reproduction chez la truie." *Colloque sur la production porcine* (2006)

PALISSE M., COLIN M., MAURY Y. "Etude de quelques aspects du transit digestif chez la truie gestante : variation avec le taux de cellulose et relation avec le phénomène de constipation." *Journées Recherche Porcine*

(1979), 217-222

- PAQUIGNON M., MARTINAT-BOTTE F., BARITEAU F. "Préoccupations et connaissances techniques en matière de reproduction porcine." Journées Rech. Porcine en France (1978), 63-92
- PEDERSEN L.J., DAMM B.I., MARCHAND-FORDE J.N. "Effects of feed-back from the nest on maternal responsiveness and postural changes in primiparous sows during the first 24h after farrowing onset." Appl. Anim. Behav. Sci. (2003), **83**:109-124
- PEJSAK Z. "Some pharmacological methods to reduce intrapartum death of piglets." Pig News Info (1984), **5**:35-37
- PERE M. C. "Materno-fœtal exchanges and utilisation of nutrients by the fœtus:comparison between species." Reprod. Nutr. Dev. (2003), **43**:1-15
- PERE M. C., DOORMAD J. Y., ETIENNE M. "Effect of number of pig embryos in the uterus on their survival and development and on maternal metabolism." Journal of Animal Science (1997), **75**:1337-1342
- PERE M. C., DOORMAD J. Y., ETIENNE M. "Variation du débit sanguin utérin au cours de la gestation chez la truie." Journées Rech. Porcine en France (1996), **28**:371-378
- PERE M. C., ETIENNE M. "Insulin sensitivity during pregnancy, lactation, and postweaning in primiparous gilts." J. Anim. Sci. (2007), **85**:101-110
- PERE M. C., ETIENNE M., DOORMAD J. Y. "Adaptations of glucose metabolism in multiparous sows : effects of pregnancy and feeding level." J Anim Sci (2000), **78**:2933-2941
- PERE M.C. "Maternal and fetal blood levels of glucose, lactate, fructose, and insulin in the conscious pig." J. Anim. Sci. (1995), **73**:2994-2999
- PERE M.C. "Mise au point d'une technique de cathétérisme chronique destinée à l'étude du métabolisme fœtal chez le porc." Journées Rech. Porcine en France (1994), **26**:285-292
- POINTILLART A. GUEGUEN L., GAREL J.M. "Calcitonine, parathormone et déséquilibre phospho-calcique alimentaire chez le porc." Journées Rech. Porcine en France (1977), 283-288
- POND W.G., YEN J.T., YEN L.H. "Response of non pregnant versus pregnant gilts and their fetuses to severe feed restriction." J. Anim. Sci. (1986), **62**:472-483
- PRUNIER A, MARTIN C, MOUNIER A.M. "Metabolic and endocrine changes associated with undernutrition in the peripubertal gilt." J. anim. Sci. (1993), **71**:1887-1894
- PRUNIER A., CAMOUS S., RAVVAULT J.P., MARTINAT-BOTTE F. "Evolution des sécrétions hormonales (LH, FSH, prolactine, E217B) pendant la phase folliculaire du cycle sexuel chez la truie." Journées Rech. Porcine en France (1987), **19**:107-114
- QUINIOU N. "Influence de la quantité d'aliment allouée à la truie en fin de gestation sur le déroulement de la mise bas, la vitabilité des porcelets et les performances de lactation." Journées Rech. Porcine (2005), **37**:187-194
- QUINIOU N. "Le point sur la mesure de l'épaisseur de lard dorsal chez la truie." Techni Porc (2004), Vol. **27**, N°2
- RANDALL G.C. "Observations on parturition in the sow. I. Factors associated with the delivery of the piglets and their subsequent behaviour." Vet. Rec. (1972), **90**:178-182
- RANDALL G.C.B. "Changes in the concentrations of corticosteroids in the blood of fetal pigs and their dams during late gestation and labor." Biology of reproduction (1983), **29**:1077-1084
- REVELL D. K., WILLIAMS I. H., MULLAN B. P. "Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows:I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites." J. Anim. Sci. (1998), **76**:1729-1737
- ROBERT B. "Etat des lieux du syndrome dysgénésique et respiratoire porcin (SDRP) en Bretagne : enquête auprès des vétérinaires." Thèse vétérinaire ENVN (2004)
- ROMBAUTS P., FEVRE J., TERQUI M. "Oestrogènes et progestogènes au cours du cycle de reproduction de la truie." Journées Rech. Porcine (1975), 173-178
- ROUSSEAU J.P., PRUD'HOMME M.J. "Etude électromyographique de la motricité de l'utérus chez la brebis. Action des hormones." Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. (1974), **14**:67-85
- RYDHMER L., GRANDINSON K., VALROS A. "Bilan du projet des pays de l'Europe du Nord sur l'étude du comportement maternel des truies." Journées Recherche Porcine (2003), **35**:301-308
- SCHAEFFER A.L., TONG A.K.W. "Preparturient diabetogenesis in primiparous gilts." Can. J. Anim. Sci. (1991), **71**:69-77
- SCOTT K., MEUNIER-SALAUN M.C., EDWARDS S.A. "Comparison of methods to assess fear of humans in sows." Applied Animal Behaviour Science (2009), **118**:36-41
- SECHAUD T. "Hématologie et biochimie clinique chez le porc." Thèse Ecole Vétérinaire de Lyon (1988)
- SEERLEY R.W. "Survival and postweaning performance of pigs from sow fed fat during late gestation and lactation." J. Anim. Sci. (1974), **67**:1889-1894

SHERWOOD D. "Relaxin's physiological roles and other diverse actions." *Endocrine reviews* (2003), **25**:205-234

SIALELLI J.N., LAUTROU Y., QUINIOU N. "Peut-on établir une relation entre les caractéristiques de la truie et de sa portée et l'apparition de diarrhées néonatales?" *Journées Recherche Porcine* (2009), **41**:167-172

SIGGER J.N., HARDING R., JENKIN G. "Relationship between electrical activity of the uterus and surgically isolated myometrium in the pregnant and non-pregnant ewe." *J. Reprod. Fert.* (1984), **70**:103-114

SILVER M. "Prenatal maturation, the timing of birth and how it may be regulated in domestic animals." *Experimental Physiology* (1990), **75**:285-307

SOURDIOUX M., BAHON D., MEUNIER-SALAUN M-C. "Influence du tempérament de la truie sur son adaptation et ses performances en maternité." *Journées Recherche Porcine* (2005), **37**:449-456

TAVERNE M., WILLEMSE A.H., BEVERS M. "Plasma prolactin, progesterone and oestradiol-17 β concentrations around parturition in the pig." *Animal Reproduction Science* (1979), **1**:257-263

TAVERNE M.A.M. "The relation between the birth process and the condition of the newborn piglet and calf." *Vet. Res. Commun* (2008), **32**:93-98

TAVERNE M.A.M., NAAKTGEBOREN C., ELLENDORFF F. "Myometrial electrical activity and plasma concentrations of progesterone, estrogens and oxytocin during late pregnancy and parturition in the miniature pig." *Biology or Reproduction* (1979), **21**:1125-1134

THODBERG K., JENSEN K.H., HERSKIN M.S. "Nest-building and farrowing in sows : relation to the reaction pattern during stress farrowing environment and experience." *Appl. Anim. Behav.* (2002), **77**:21-42

TORIUMI H., KUWAHARA Y., ICHIKAWA Y. "Uterine contraction in sows during estrus and puerperium, and in sows with multiple follicular cysts." *Journal of Reproduction and Development* (2000), **46**:9-14

TOUTAIN P.L., HANZEN C. "Electrical and mechanical activity of the cervix in the ewe during pregnancy and parturition." *J. Reprod. Fert.* (1983), **68**:195-204

TRIBOUT T., CARITEZ J.C., QUESNEL F. "Estimation of realized genetic trends in French Large White pigs from 1977 to 1998 for female reproduction traits using frozen semen." *J. Rech. Porcine Fr.* (2003), **35**:258-292

TRINDER P. "Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor." *Ann. Clin. Biochem* (1969), **6**:24-27

TUMBLESON M.E., MIDDLETON C.C. "Serum biochemical and hematological parameters of Sinclair miniature sows during gestation and lactation." *Can. J. comp. Med.* (1970), **34**:312-319

VALLETJ.L., NIENABER J.A., MILES J.R. "Maternal plasma progesterone and oestradiol concentrations prior to farrowing are not associated with either birth intervals or stillbirth rates in pigs." USDA, ARS, U.S. Meat Animal research Center. ASAS Congress (2008)

VAN DIJK A.J., VAN RENS B.T., VAN DER LENDE T., TAVERNE M.A. "Factors affecting duration of the expulsion stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings." *Theriogenology* (2005), **64**:1573-1590

VAN RENS B.T., VAN DER LENDE T. "Parturition in gilts:duration of farrowing, birth intervals and placenta expulsion in relation to maternal, piglet and placental traits." *Theriogenology* (2004), **62**:331-352

VENTURI E., MARTINAT-BOTTE F., BOSCH M.J. "Analyse des durées de gestation et des tailles de portée de truies Large White hyperprolifiques recueillies entre 1999 et 2003." *Journées Recherche Porcine* (2007), **39**:291-292

VERHEYEN A.J.M., MAES D.G.D., COUNOTTE G. "Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows." *The veterinary Journal* (2007), **174**:92-98

VIROLAINEN J., PELTONIEMI O. "Plasma progesterone concentration depends on sampling site in pigs." *Animal Reproduction Science* (2004), **86**:305-316

WATHES D.C., KING G.J., WATHES C.M. "Relationship between pre-partum relaxin concentrations and farrowing intervals in the pig." *J. Reprod. Fertil.* (1989), **87**:383-390

WATTS A.D., FLINT A.P. "Plasma steroid, relaxin and dihydro-keto-prostaglandin F2 α changes in the minipig in relation to myometrial electrical and mechanical activity in the pre-partum period." *J. Reprod. Fertil.* (1988), **83**:553-564

WELDON W.C., LEWIS A.J., LOUIS G.F. "Postpartum hypophagia in primiparous sows:I. Effects of gestation feeding level on feed intake, feeding behavior, and plasma metabolite concentrations during lactation." *J. Anim. Sci.* (1994), **72**:387-394

WISE T., ROBERTS A. J., CHRISTENSON R.K. "Relationships of light and heavy fetuses to uterine position, placental weight, gestational age, and fetal cholesterol concentrations." *J. Anim. Sci.* (1997), **75**:2197-2207

WU M.C., HENTZEL M.D., DZIUK P.J. "Effect of stage of gestation, litter size and uterine space on the incidence of mummified fetuses in pigs." *J. Anim. Sci.* (1988), **66**:3202-3207

ZALESKI M., HACKER R. "Variables related to the progress of parturition and probability of stillbirth in swine."

Can. Vet. J. (1993), **34**:109-113

ZANELLA A. J., MENDI M. T. "A fast and simple technique for jugular catheterization in adult sows." Laboratory Animals (1992), **26**:211-213

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mlle Pauline, Charlotte, Eliette, BORIES

a été admis(e) sur concours en : 2005

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 9 juillet 2005

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Guy-Pierre MARTINEAU, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :

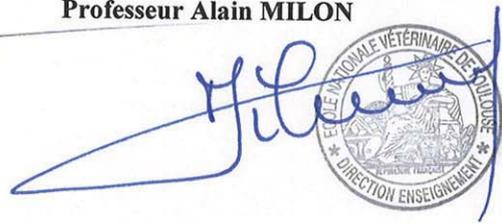
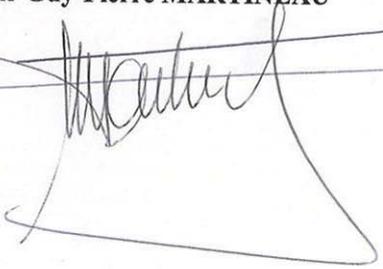
Mlle Pauline, Charlotte, Eliette, BORIES

intitulée :

« Chronopart de la truie en élevage. Effet de la durée de mise bas sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques. »

Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Guy-Pierre MARTINEAU

Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON



Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean PARINAUD

24 NOV. 2009
Vu le :
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Gilles FOURTANIER



Toulouse, 2009

NOM : **BORIES**

Prénom : **Pauline**

TITRE :

CHRONOPART DE LA TRUIE EN ELEVAGE : EFFET DE LA DUREE DE MISE BAS SUR QUELQUES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES.

RESUME :

Les mises bas longues augmentent la mortalité et pénalisent la survie ultérieure des porcelets. L'objectif de ce travail est de mieux comprendre les mécanismes des mises bas difficiles chez la truie en étudiant l'évolution de différents paramètres physio-métaboliques durant la période péri-partum. L'étude réalisée dans 4 élevages, porte sur 28 mises bas (truies LWxLR nullipares ou primipares) spontanées et non assistées (ni fouilles, ni injections). Des prélèvements sanguins répétés sont réalisés grâce à un cathéter jugulaire avant (J-3 à J0, 1 fois/j avant le 1^{er} repas) et pendant la mise bas (toutes les heures), pour analyser les paramètres suivants : oestradiol, progestérone, hématocrite, hémoglobine, protéines totales, glucose, AGNE, bicarbonate, lactate, CK, calcium, magnésium. Après analyse des cinétiques de parturition et des fréquences de mort-nés, deux groupes de truies à mise bas difficiles (N=14) vs faciles (N=14) sont comparés. Les durées de mises bas (172 vs 297 min) et taux de porcelets nés à 3h (93 vs 69 %) sont différents dans les deux groupes. Des écarts sont observés entre groupes pour le calcium, le magnésium, la CK, les protéines totales et la progestérone. Des corrélations sont trouvées entre la durée du part et certains paramètres mesurés dans les heures qui le précèdent ou à la naissance du 1^{er} porcelet (protéines totales, magnésium, calcium, progestérone, oestradiol). Ces résultats évoquent des différences d'efficacité de fonctionnement du muscle utérin, déterminées dès la fin de gestation.

MOTS-CLES : TRUIE, PERI-PARTUM, MISE BAS, DUREE, PARAMETRES SANGUINS

ENGLISH TITLE :

CHRONOPART OF THE SOW IN COMMERCIAL HERD: EFFECT OF DURATION OF FARROWING ON SOME PHYSIO-METABOLIC PARAMETERS.

ABSTRACT :

Long farrowing durations have negative impact on perinatal mortality and subsequent piglet survival. The aim of this work is to monitor the evolution of different physio-metabolic parameters before and during parturition in order to clarify the mechanisms involved in complicated farrowings. The experiment is performed in 4 LWxLR herds and involves 28 spontaneous farrowings (no injections, nor assistance) on young nulliparous and primiparous sows. Sows are equipped with a jugular catheter and repeated blood sampling is performed before (once a day before 1st meal, on day-3 to day 0) and during farrowing (once/hour). The following parameters are analysed : oestradiol, progesterone, hematocrit, hemoglobin, total proteins, glucose, NEFA, bicarbonate, lactate, CK, calcium and magnesium. According to farrowing kinetics and occurrence of stillborns, sows are allocated to two groups of normal (N=14) vs complicated (N=14) parturitions. Farrowing durations (172 vs 297 mn) and the rate of piglets born in 3 hours (93 vs 69 %) are different in the two groups. Differences between groups are seen for calcium, magnesium, CK, total protein and progesterone. Significant correlations are found between parturition duration and some parameters measured before farrowing or at the birth of the first piglet (calcium, magnesium, total protein, progesterone, oestradiol). These results suggest possible differences in uterine functioning, determined in late pregnancy.

KEYWORDS : SOW, PERI-PARTUM, FARROWING, DURATION, BLOOD PARAMETERS