

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE, AGROALIMENTAIRE ET DE
L'ALIMENTATION NANTES ATLANTIQUE - ONIRIS

ANNEE 2015

**ESSAI DE DETECTION DE LA MISE-BAS CHEZ
LA CHIENNE AU MOYEN D'UN CAPTEUR DE
TEMPERATURE PLACE SOUS LE MUSCLE**

THESE
pour le
diplôme d'Etat
de
DOCTEUR VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement
le 5 novembre 2015
devant
la Faculté de Médecine de Nantes
par

Agnès FOULONNEAU

Née le 11 août 1990 à St Nazaire (44)

JURY

Président : Monsieur Paul BARRIERE
Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

Rapporteur : Monsieur Djemil BENCHARIF
Maitre de conférences en pathologie de la reproduction à ONIRIS

Assesseur : Madame Lamia BRIAND-AMIRAT
Maitre de conférences en pathologie de la reproduction à ONIRIS

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE, AGROALIMENTAIRE ET DE
L'ALIMENTATION NANTES ATLANTIQUE - ONIRIS

ANNEE 2015

**ESSAI DE DETECTION DE LA MISE-BAS CHEZ
LA CHIENNE AU MOYEN D'UN CAPTEUR DE
TEMPERATURE PLACE SOUS LE MUSCLE**

THESE
pour le
diplôme d'Etat
de
DOCTEUR VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement
le 5 novembre 2015
devant
la Faculté de Médecine de Nantes
par

Agnès FOULONNEAU

Née le 11 août 1990 à St Nazaire (44)

JURY

Président : Monsieur Paul BARRIERE
Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

Rapporteur : Monsieur Djemil BENCHARIF
Maitre de conférences en pathologie de la reproduction à ONIRIS

Assesseur : Madame Lamia BRIAND-AMIRAT
Maitre de conférences en pathologie de la reproduction à ONIRIS

ENSEIGNANTS-CHERCHEURS D'ONIRIS

Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique

Directrice Générale : Dominique BUZONI-GATEL

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE, PATHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ALIMENT		
NUTRITION et ENDOCRINOLOGIE	Patrick NGUYEN (Pr) Henri DUMON (Pr)	Brigitte SILIART (Pr) Lucile MARTIN (Pr)
PHARMACOLOGIE et TOXICOLOGIE	Yassine MALLEM (MCC) Martine KAMMERER (Pr)	Hervé POULIQUEN (Pr) Jean-Claude DESFONTIS (Pr)
PHYSIOLOGIE FONCTIONNELLE, CELLULAIRE et MOLECULAIRE	Lionel MARTIGNAT (MC) Jean-Marie BACH (Pr)	Grégoire MIGNOT (MC) Julie HERVE (MC)
HISTOLOGIE ET ANATOMIE PATHOLOGIQUE	Frédérique NGUYEN (MC) Jérôme ABADIE (MC)	Marie-Anne COLLE (MC)
PATHOLOGIE GENERALE, MICROBIOLOGIE et IMMUNOLOGIE	François MEURENS (Pr) Jean-Louis PELLERIN (Pr)	Emmanuelle MOREAU (MC) Hervé SEBBAG (MC)
BIOCHIMIE ALIMENTAIRE INDUSTRIELLE	Laurent LE THUAUT (MC) Thierry SEROT (Pr) Joëlle GRUA (MC) Clément CATANEO (MC)	Carole PROST (Pr) Florence TEXIER (MC) Mathilde MOSSER (MCC)
MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE INDUSTRIELLE	Xavier DOUSSET (Pr) Bénédicte SORIN (Chef de travaux) Bernard ONNO (MC)	Hervé PREVOST (Pr) Emmanuel JAFFRES (MC) Nabila BERREHRAH-HADDAD (MC)
DEPARTEMENT DE SANTE DES ANIMAUX D'ELEVAGE ET SANTE PUBLIQUE		
HYGIENE ET QUALITE DES ALIMENTS	Michel FEDERIGHI (Pr) Bruno LE BIZEC (Pr) Catherine MAGRAS-RESCH (Pr)	Eric DROMIGNY (MC) Marie-France PILET (MC) Jean-Michel CAPPELIER (Pr)
MEDECINE DES ANIMAUX D'ELEVAGE	Arlette LAVAL (Pr émérite) Catherine BELLOC (MC) Isabelle BREYTON (MC) Christophe CHARTIER (Pr)	Alain DOUART (MC) Sébastien ASSIE (MC) Raphaël GUATTEO (Pr) Mily LEBLANC MARIDOR (MCC)
PARASITOLOGIE GENERALE, PARASITOLOGIE DES ANIMAUX DE RENTE, FAUNE SAUVAGE et PATHOLOGIE AQUACOLE	Monique L'HOSTIS (Pr) Alain CHAUVIN (Pr) Albert AGOULON (MC)	Guillaume BLANC (MC) Ségolène CALVEZ (MC) Suzanne BASTIAN-ORANGE (MC)
MALADIE REGLEMENTEE, REGLEMENTATION SANITAIRE ZOONOSSES	Jean-Pierre GARNIERE (Pr émérite) Carole PEREZ (MC)	Nathalie RUVOEN-CLOUET (MC)
ZOOTECNIE	Aurélien MADOUASSE (MCC) Xavier MALHER (Pr) François BEAUDEAU (Pr)	Christine FOURICHON (MC) Nathalie BAREILLE (Pr)
DEPARTEMENT DE SCIENCES CLINIQUES		
ANATOMIE COMPAREE	Eric Betti (MC) Claire DOUART (MC)	Claude GUINTARD (MC)

PATHOLOGIE CHIRURGICALE, ANESTHÉSIOLOGIE	Olivier GAUTHIER (Pr) Béatrice LIJOUR (MC) Eric AGUADO (MC) Caroline TESSIER (MCC)	Gwenola TOUZOT-JOURDES (MCC) Olivier GEFFROY (Pr) Eric GOYENVALLE (MC) Pierre BARREAU (Pr A)
PARASITOLOGIE, AQUACULTURE, FAUNE SAUVAGE	Patrick BOURDEAU (Pr)	Vincent BRUET (MCC)
MEDECINE INTERNE, IMAGERIE MÉDICALE et LEGISLATION PROFESSIONNELLE	Yves LEGEAY (Pr) Dominique FANUEL (Pr) Anne COUROUCE-MALBLANC (MC) Catherine IBISCH (Dr) Nicolas CHOUIN (MC)	Marion FUSELLIER-TESSON (MC) Jack-Yves DESCHAMPS (MC) Odile SENECAAT (MC) Françoise ROUX (MC)
BIOTECHNOLOGIES et PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION	Daniel TAINURIER (Pr) Francis FIENI (Pr) Jean-François BRUYAS (Pr)	Lamia BRIAND-AMIRAT (MC) Djemil BENCHARIF (MC)
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES ALIMENTAIRES		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Dominique COLIN (MC) Sébastien CURET PLOQUIN (MC) Marie DE LAMBALLERIE (MC) Dominique DELLA VALLE (MC) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr) Cyril TOUBLANC (MC)	Vanessa JURY (MC) Alain LEBAIL (Pr) Catherine LOISEL (MC) Jean-Yves MONTEAU (MC) Denis PONCELET (Pr) Olivier ROUAUD (MC) Laurence POTTIER (MC)	
DEPARTEMENT DE MANAGEMENT, STATISTIQUE ET COMMUNICATION		
MATHEMATIQUES, STATISTIQUES - INFORMATIQUE	Véronique CARIOU (MC) Philippe COURCOUX (MC) El Mostafa QANNARI (Pr)	Michel SEMENOU (MC) Chantal THORIN (PCEA) Evelyne VIGNEAU (Pr)
ECONOMIE – GESTION -LEGISLATION	Pascal BARILLOT (MC) Yvan DUFEU (MC) Florence BEAUGRAND (MC)	Jean-Marc FERRANDI (PR) Sonia EL MAHJOUB (MC) Samia ROUSSELIERE (MC) Sybille DUCHAINE (MC)
COMMUNICATION - LANGUES	Franck INSIGNARES (PCEA) Linda MORRIS (PCEA) David GUYLER (PCEA)	Marc BRIDOU (PCEA) Shaun MEEHAN (PCEA) Fabiola ASENCIO (PCEA)

Pr : Professeur,

Pr A : Professeur Associé,

Pr I : Professeur Invité,

MC : Maître de Conférences,

MCC : Maître de Conférences Contractuel,

AERC : Assistant d'enseignement et de recherches,

PLEA : Professeur Lycée Enseignement Agricole,

PCEA : Professeur certifié enseignement agricole

La reproduction d'extraits est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra donc être citée comme suit :

FOULONNEAU, A. (2015). Essai de détection de la mise-bas chez la chienne au moyen d'un capteur de température placé sous le muscle. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes. Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique.

Le défaut de citation est considéré comme du plagiat. Ce dernier est puni par la loi française et passible de sanctions allant jusqu'à 3 ans d'emprisonnement et 300 000 € d'amende.

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury de thèse :

A Monsieur Paul BARRIERE,

Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur Djemil BENCHARIF,

Maitre de conférences en pathologie de la reproduction à ONIRIS

Pour m'avoir accompagnée tout au long de ce travail, pour votre disponibilité, votre confiance et votre bonne humeur,

Sincères remerciements.

A Madame Lamia BRIAND-AMIRAT,

Maitre de conférences en pathologie de la reproduction à ONIRIS

Pour avoir accepté d'être membre de ce jury de thèse et pour votre accueil chaleureux tout au long de ce travail de thèse,

Sincères remerciements.

A ma famille,

A Papa,

Pour m'avoir toujours encouragé tout en me laissant libre de mes choix, pour m'avoir permis de profiter au mieux de ces sept années d'études, pour tous tes conseils avisés.

Je suis si fière d'être ta fille !

A Maman,

Pour tout l'amour que tu nous donnes, pour toutes ces fois où tu t'es rendue disponible pour m'aider, où tu as relu ce manuscrit, pour toutes ces marques d'affections.

Tu es une mère super !

A mes frères et sœurs,

Pour vos conseils, pour vos oreilles attentives, pour vos accueils si chaleureux chaque fois que je viens vous voir. Me voilà enfin grande !

A mes belles-sœurs,

Pour tout ce que vous apportez à cette famille, pour toutes vos invitations, passées et futures, qui me font tant plaisir. Ne changez rien !

A mon beau-frère et mentor,

Pour m'avoir supportée tant de fois en tant que stagiaire et pour être toujours de si bon conseil. Maintenant nous sommes aussi confrères !

A mes neveux et nièces,

Pour apporter tant de joie dans cette grande famille. Vous serez toujours les bienvenus.

A tous ceux qui ont permis la réalisation technique de cette thèse,

Au laboratoire BODYCAP, pour nous avoir prêté le matériel nécessaire ainsi que pour votre disponibilité.

A Gigi et aux étudiants de repro et d'anesthésie, pour nous avoir aidés à l'implantation des chiennes, pour le temps que vous nous avez accordé.

A Mr Tainturier, à Reda, à la petite Sandrine, à Sylvie, à Béatrice et à Jean-Louis, pour votre gentillesse, votre disponibilité et votre aide très précieuse.

A Bérénice et Cloé, pour m'avoir aidée, accompagnée, remplacée, soutenue, encouragée et réconfortée quand il le fallait. Vous avez été incroyables !

A toutes celles et ceux qui ont rythmés ma vie à l'école :

A Estelle et Marion, pour avoir été les meilleures colocataires dont je pouvais rêver. Pour ces 3 ans de complicité qui ont scellé notre amitié, et parce qu'on ne révise jamais si bien que devant un écran d'ordinateur !

A mes groupes de cliniques, avec qui ça a été un plaisir de travailler.

Aux petits jaunes du bar, pour nous avoir enseigné les valeurs véto dans les règles. Pour ce poulottage inoubliable : vous avez été les meilleurs parrains ! Et à mes copoulot pour avoir partagé tous ces moments ensemble.

A tous mes amis véto, groupes de poulottages, soirées à l'école et autres sorties, nous voilà liés pour toujours.

A mes amis d'ailleurs, grâce à qui j'ai pu sortir du microcosme de la Chantrerie. Amis du lycée, de la prépa ou du Club des Iles, vous avez été et resterez toujours une bouffée d'air frais. Des moments de rigolades, des confidences à cœur ouvert, des défis sportifs... : j'ai la chance de vous avoir en chaque occasion.

A mes fidèles compagnons, Merfen, Delly et Mercure, vous qui continuez de me supporter chaque jour. Nous nous sommes apprivoisés...

SOMMAIRE

Remerciements	9
Sommaire.....	15
Liste des abréviations	20
Liste des figures.....	21
Liste des tableaux	23
Introduction	24
Première partie : étude bibliographique de la reproduction chez la chienne.....	25
I. Le cycle œstral	25
A. La puberté	25
B. Saisonnalité du cycle œstral chez la chienne	25
C. Les différentes phases du cycle [31]	25
1. Le pro-œstrus	25
2. L'œstrus	26
3. Le métœstrus (diœstrus).....	27
4. L'anœstrus	27
D. Endocrinologie du cycle œstral.....	29
1. La GnRH.....	29
2. Les gonadotrophines	30
3. Les œstrogènes.....	30
4. La progestérone.....	32
5. La prolactine	32
6. L'ocytocine	32
7. Les prostaglandines.....	32
8. Variations hormonales au cours du cycle sexuel	33
II. La gestation.....	34
A. Durée de gestation.....	34
1. Différentes définitions du temps de gestation.....	34
2. Facteurs influençant la durée de gestation	35

B.	Développement embryonnaire	35
1.	Fécondation et début de la période embryonnaire	35
2.	Période embryonnaire	36
3.	Période fœtale	36
C.	Physiologie de la chienne gestante.....	36
1.	Progestérone et hormones lutéinisantes.....	36
2.	Autres hormones	37
3.	Modifications hématologiques.....	39
4.	Résistances à l'insuline	39
5.	Prise de poids et nutrition	39
D.	Diagnostic de gestation	39
1.	Modifications anatomiques et comportementales.....	40
2.	Par palpation abdominale.....	40
3.	Par échographie.....	41
4.	Par radiographie	41
5.	Par dosages hormonaux	41
III.	La mise bas	42
A.	Physiologie de la mise bas	42
1.	Changements hormonaux en <i>peri-partum</i>	42
2.	Prodromes du part.....	43
3.	Déroulement de la mise-bas.....	43
B.	Prévision de la date de mise bas.....	44
1.	Pic de LH	45
2.	Echographie	45
3.	Radiographie.....	49
4.	Modifications comportementales.....	49
5.	Chute de température rectale	49
6.	Chute de progestérone	50
C.	Indications à la césarienne	51
1.	Césariennes programmées	51

2. Dystocies.....	52
Deuxième partie : étude bibliographique de la température corporelle à la mise bas	
chez la chienne et des différents dispositifs mis à disposition	54
I. Données actuelles sur la variation de la température corporelle à la mise-bas ..	54
A. Données chez la chienne	54
B. Données chez les autres mammifères	56
1. La jument	56
2. La vache	57
3. La brebis	57
C. Mécanismes à l'origine de la chute de température lors de la mise-bas	58
II. Dispositifs de mesure de température et leur efficacité en médecine vétérinaire.....	60
A. Mesure de référence de la température corporelle chez l'animal	60
B. Température rectale.....	61
1. Principe de la mesure	61
2. Fiabilité et biais de mesure	61
3. Avantages et inconvénients de la méthode	62
C. Température tympanique	62
1. Principe de la mesure	62
2. Fiabilité et biais de mesure	63
3. Avantages et inconvénients de la méthode	63
D. Dispositifs télémétriques de mesure de températures	63
1. Principe de la mesure, fiabilité et biais de la méthode.....	64
2. Avantages et inconvénients de la méthode	66
Troisième partie : Essai de détection de la mise-bas chez la chienne au moyen d'une capsule ANIPILL ® placée sous le muscle.....	
I. Matériel et méthodes	68
A. Animaux.....	68
B. Implantation des capsules ANIPILL®.....	69
C. Reproduction.....	70

1.	Détections des chaleurs et fécondation	70
2.	Diagnostic de gestation et suivi	70
3.	Mise-bas.....	70
D.	Prises de températures.....	71
1.	Prises de températures rectales	71
2.	Récupération des données de la capsule	71
E.	Analyse des résultats.....	72
II.	Résultats.....	73
A.	Comparaison de deux systèmes de prise de température.....	73
B.	Courbes de température au cours de la mise-bas	77
III.	Discussion.....	83
A.	Fiabilité du système de mesure ANIPILL® et de son utilisation dans cette étude.....	83
B.	Allure des courbes de température autour de la mise-bas.....	83
1.	Chienne 1	83
2.	Chienne 2	84
3.	Chienne 3	84
4.	Chienne 4	85
5.	Chienne 5	85
6.	Chienne 6	86
C.	Chute de température précédant la mise-bas	86
1.	Température minimale atteinte avant la mise-bas	86
2.	Durée de la chute de température avant la mise-bas.....	86
3.	Délai entre la chute de température et la mise-bas	87
4.	Corrélation avec la progestéronémie	87
D.	Applications pratiques de la prise de température à la mise-bas de la chienne.....	87
1.	Points favorables.....	87
2.	Points défavorables	88
	Conclusion.....	90

Bibliographie	92
Annexes	99

LISTE DES ABREVIATIONS

BD : diamètre corporel (Body Diameter)

BPD : diamètre bipariétal (Biparietal Diameter)

CJ : Corps Jaune

CRL : longueur cranio-caudale (Crown-Rump Length)

DPTV : Portion profonde du diencéphale et du télencéphale fœtaux (Deep Portion of the fetal Diencéphalo-Telencephalic Vesicle)

ELFA : Enzyme Linked Fluorescent Assay

FSH : Follicle Stimulating Hormone

GnRH : Gonadotrophin-Releasing Hormone

ICC : Inner Chorionic Cavity

LH : Luteinizing Hormone

ODU : Diamètre utérin externe (Outer Uterine Diameter)

OVH : Ovario-hystérectomie

PGF₂ α : prostaglandines F₂ α

T : Température

TC : Température relevée par la capsule

TR : Température rectale

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Séquence d'acides aminés de la GnRH d'après GOBELLO et <i>al.</i> , 2007.....	29
Figure 2 : Principales interactions hormonales entre l'axe hypothalamo-hypophysaire et l'appareil reproducteur de la chienne d'après SENGHER et <i>al.</i> , 2005.....	31
Figure 3 : Principales variations hormonales au cours du cycle œstral chez la chienne non gestante d'après CONCANNON et <i>al.</i> , 2011	34
Figure 4 : Variations hormonales au cours de la gestation chez la chienne, d'après CONCANNON et <i>al.</i> , 1986	38
Figure 5 : Cascades d'évènements à l'origine du déclenchement du part d'après VERSTEGEN-ONCLI et <i>al.</i> , 2008 et SENGHER et <i>al.</i> , 2012.....	43
Figure 6 : Visualisation et mesure échographiques du DPTV sur un fœtus de chien d'après BECCAGLIA et <i>al.</i> , 2008.....	46
Figure 7 : Différentes mesures réalisables lors de l'échographie de gestation chez la chienne d'après KUTZLER et <i>al.</i> , 2003.....	47
Figure 8 : Chute de progestérone précédant la mise-bas d'après ENGLAND et <i>al.</i> , 1996.....	51
Figure 9 : Chute de température rectale avant la mise-bas d'après TSUTSUI et <i>al.</i> , 1982	55
Figure 10 : Variations de la température rectale en <i>péri-partum</i> d'après VERONESI et <i>al.</i> , 2002	56
Figure 11 : Variation du taux de progestérone plasmatique et de la température rectale après injection de PGF ₂ α sur des chiennes en métœstrus, d'après CONCANNON et <i>al.</i> , 1977.....	58
Figure 12 : Conséquences d'une injection de PGF ₂ α sur la température rectale chez des chiennes en métœstrus et des chiennes ovariectomisées, d'après CONCANNON et <i>al.</i> , 1977.	59
Figure 13 : Variation de la température rectale après injection d'aglépristone chez la chienne gestante, d'après CORRADA et <i>al.</i> , 2005.	60
Figure 14 : Exemple de dispositif intravaginal d'après BURDICK et <i>al.</i> , 2011.....	65
Figure 15 : Monitoring ANIPILL®.....	69
Figure 16 : Implantation des capsules ANIPILL®	70
Figure 17 : Positionnement du moniteur lors du recueil des données.....	72
Figure 18 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 1	73

Figure 19 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 2	73
Figure 20 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 3a.....	74
Figure 21 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 3b	74
Figure 22 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 4a.....	75
Figure 23 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 4b	75
Figure 24 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 1	77
Figure 25 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 2	78
Figure 26 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 3	79
Figure 27 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 4	80
Figure 28 : Relevés de températures autour de la mise-bas chez la chienne 5.....	81
Figure 29 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 6	82
Figure 30 : Notice d'utilisation du thermomètre digital utilisé pour les températures rectales	99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales modifications comportementales, anatomiques et physiologiques chez la chienne durant le cycle œstral d'après NOAKES et <i>al.</i> , et THIBAUT et <i>al.</i>	28
Tableau 2 : Formules de calcul de l'âge gestationnel en fonction de mesures échographiques du fœtus et des structures annexes au cours de la gestation chez la chienne, en fonction des tailles de races d'après LOPATE et <i>al.</i> , 2008	47
Tableau 3 : Evaluation de l'âge gestationnel par estimation de la maturation fœtale. Synthèse de différentes études d'après LOPATE et <i>al.</i> , 2008.....	48
Tableau 4 : Exemples de critères conduisant au diagnostic de dystocie chez la chienne d'après SMITH et <i>al.</i> , 2007	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 5 : Principaux résultats de comparaison des températures rectales avec celles collectées par les capsules ANIPILL®	76
Tableau 6 : Principales données extraites des courbes de températures précédant la mise-bas	82
Tableau 7 : Températures rectales et températures de capsules collectées sur les chiennes pour l'expérience de comparaison des deux systèmes.	100
Tableau 8 : Températures et progestéronémie de la chienne 1 autour de la mise-bas	101
Tableau 9 : Températures et progestéronémie de la chienne 2 autour de la mise-bas	102
Tableau 10 : Températures et progestéronémie de la chienne 3 autour de la mise-bas	103
Tableau 11 : Températures et progestéronémie de la chienne 4 autour de la mise-bas	104
Tableau 12 : Températures de la chienne 5 autour de la mise-bas.....	105
Tableau 13 : Températures et progestéronémie de la chienne 6 autour de la mise-bas	106

INTRODUCTION

Le chien est une espèce très répandue parmi les animaux de compagnie, et plus particulièrement les chiens de races. C'est justement grâce à l'augmentation de la demande en chiens de race pure et à la difficulté de certaines races à se reproduire que le suivi et la maîtrise de la reproduction canine ont pu se développer. En effet, bien que les portées puissent être de taille importante, chaque chienne est très limitée en nombre d'occasions de chaleurs et donc de portées au cours de sa carrière reproductrice. Il s'agit donc de bien maîtriser le suivi des chaleurs et de l'insémination, mais aussi de suivre la gestation au plus près jusqu'à la mise-bas.

La détermination de la date de mise-bas est un élément clé pour le bon déroulement et la bonne surveillance de celle-ci. Chez la chienne, les méthodes de calculs précoces permettent de prévoir à l'avance la date de mise-bas dans une fourchette de 3 à 5 jours. Pour optimiser au mieux les soins apportés à la chienne en péri-partum, notamment prévoir une éventuelle césarienne, il est cependant nécessaire d'avoir une idée plus précise du jour et de l'heure de mise-bas. Pour cela, la surveillance clinique est nécessaire, mais les critères comportementaux et physiques sont très variables selon les individus et leur évaluation très subjective. Il est donc préférable de se fier à des critères plus objectifs tels que la température.

De nombreuses études ont déjà étudié la courbe de température autour de la mise-bas, cependant leurs résultats divergent et son utilisation par les propriétaires n'est pas encore optimale. En effet, la surveillance par la température de l'approche de la mise-bas présente plusieurs défauts tels que le nombre de prises de température dans la journée, le stress induit par l'acte lui-même qui peut modifier la température, la mauvaise utilisation du thermomètre par le propriétaire, la difficulté de prendre la température dans les mêmes conditions chaque jour à la même heure...

Cette étude a pour but de tester un capteur de température en continu à mémoire intégrée que nous avons implanté sous sédation entre le péritoine et le muscle droit de l'abdomen sur 6 chiennes. Dans un premier temps, nous avons cherché à valider les températures mesurées par le capteur en les comparant aux températures rectales. Dans un second temps, nous avons étudié la courbe de température autour de la mise-bas afin de décrire au mieux la chute de température qui précède la mise-bas et d'évaluer son utilité en clientèle.

Nous rappellerons dans un premier temps la physiologie de la reproduction chez la chienne. La deuxième partie de cette étude exposera une étude bibliographique sur la température corporelle autour de la mise-bas chez la chienne et d'autres espèces, ainsi que les dispositifs existants pour mesurer cette température. Enfin, la dernière partie présentera notre travail expérimental.

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA REPRODUCTION CHEZ

LA CHIENNE

I. Le cycle œstral

A. La puberté

Chez la chienne, les premières chaleurs apparaissent en moyenne vers l'âge de 9 mois. Une grande variabilité est rencontrée selon les races et selon les individus, allant de 6 à 14 mois, avec des cas extrêmes de chiennes déclarant leur puberté vers l'âge de 2 ans. [31]

On considère que la puberté est liée à la masse pondérale, et qu'elle se déclenche lorsque la chienne atteint 80% de son poids à l'âge adulte. De ce fait, les chiennes de plus grand format entrent en puberté plus tardivement. [31]

B. Saisonnalité du cycle œstral chez la chienne

La reproduction des mammifères est généralement classée comme continue ou saisonnière. Contrairement aux espèces sauvages du genre *Canis*, le chien (*Canis familiaris*) ne présente pas de saisonnalité dans son cycle sexuel. [49] Lorsque l'on parle d'un cycle sexuel continu, cela implique une répétition permanente du cycle sexuel, interrompu par la gestation. Or, chez la chienne, la gestation n'interrompt pas le cycle mais s'insère dans la phase de metœstrus. On ne peut donc pas non plus parler de cycle continu. [40]

C. Les différentes phases du cycle [31]

1. Le pro-œstrus

Le pro-œstrus correspond à la phase de stimulation du développement folliculaire, ce qui permet, en moyenne, la croissance de 2 à 8 follicules par ovaire. [3]

Cette phase est précédée de l'anœstrus et est suivie par l'œstrus. Sa durée varie entre 5 et 20 jours avec une moyenne de 9 jours. [19] Elle marque le début du cycle.

Cliniquement, la chienne présente une turgescence et une augmentation de la taille de la vulve, associées à la présence de pertes vulvaires séro-hémorragiques. Ces modifications anatomiques s'accompagnent de modifications comportementales : la chienne est inquiète, excitable, facilement désobéissante, elle urine davantage et exerce une certaine attraction sur les mâles.[25] Cependant, contrairement à la phase d'œstrus, la chienne refuse l'accouplement. Elle a même tendance à être agressive envers les mâles qui la poursuivent. Cette agressivité s'estompe peu à peu pour laisser place au jeu puis à l'acceptation au moment de l'œstrus. [19]

Durant toute cette période, la chienne est sous imprégnation œstrogénique, ce qui entraîne des modifications du tractus génital interne. A l'examen endoscopique du vagin, les plis de la muqueuse apparaissent plus larges et suintants. L'échographie de l'utérus permet de mettre en évidence un œdème utérin. [31]

Le pro-œstrus, associé à l'œstrus constituent ce qui est communément appelé « chaleurs », et peuvent s'identifier comme étant la période pendant laquelle la femelle attire les mâles.

2. L'œstrus

L'œstrus se définit comme étant la période du cycle durant laquelle la chienne accepte la saillie. Il est précédé du pro-œstrus et est suivi du métœstrus. Sa durée moyenne est de 9 jours avec une variation possible de 6 à 11 jours. L'œstrus peut aussi être défini par les changements hormonaux qui le caractérisent. Le comportement d'œstrus est en effet induit par la diminution des concentrations en œstrogènes. Ainsi, d'un point de vue hormonal, l'œstrus débute au moment de la baisse d'œstrogènes et du pic de LH. [19]

Pendant l'œstrus, la femelle est particulièrement réceptive au mâle. Cette période peut parfois s'allonger à la fin du pro-œstrus. Lorsque la région vulvaire est stimulée, des réflexes sexuels sont constatés : déviation de la queue, extension des membres postérieurs vers l'arrière et clignotement de la vulve. [4]

Les pertes vulvaires sont généralement moins abondantes et moins hémorragiques en comparaison avec le pro-œstrus. Cependant, certaines chiennes semblent avoir des pertes sanguinolentes même après la fin de l'œstrus. [30]

C'est au début de l'œstrus que se produit généralement l'ovulation, qui dure environ 72h. Cette dernière fait suite au pic de LH et se produit donc peu de temps après le début de l'œstrus tel que défini par le cycle hormonal. De grandes variations sont notées selon les chiennes entre le début des « chaleurs » et le moment de l'ovulation, d'où l'intérêt de faire un suivi précis des chaleurs de chaque chienne afin de détecter le plus précisément possible l'ovulation. D'autant plus que certaines chiennes ne sont pas réceptives à la saillie au moment de l'ovulation. Notons que le moment d'ovulation peut être variable d'un cycle à l'autre chez une même chienne. [30]

Il est important de noter que l'ovulation de la chienne, contrairement à la plupart des autres mammifères, conduit à la libération d'un oocyte primaire ou vésicule germinale, non mature. La fin de méiose des oocytes se produit 2 à 3 jours après l'ovulation, dans la partie distale de l'oviducte, c'est seulement à partir de là que l'oocyte peut être fécondé dans un délai d'environ 24h. [68]

Après l'ovulation, les follicules deviennent des corps jaunes (CJ) sous l'influence hormonale de la LH. [56]

3. Le métœstrus (diœstrus)

Le métœstrus commence à la fin de l'œstrus, lorsque la chienne refuse la saillie, mais aucun élément ne permet cliniquement de déterminer le passage du métœstrus à l'anœstrus. La fin du métœstrus peut donc être définie de différentes façons. Certains considèrent des modifications utérines, d'autres des modifications du tissu mammaire, mais le plus souvent il est admis que la fin du métœstrus est liée à une modification hormonale. Ainsi, lorsque la progestérone atteint des valeurs inférieures à 1 ou 2 ng/mL, on peut considérer que la chienne est en anœstrus. [19] Toutefois, selon la valeur considérée, la durée du métœstrus peut considérablement varier. Une majorité d'auteurs considère le seuil de 1 ng/mL pour le passage à l'anœstrus, ce qui est en adéquation avec les résultats trouvés chez la vache. En effet, il semble que chez la vache, le tissu lutéal ovarien est absent en dessous de 1 ng/mL de progestérone. [32, 55]

En moyenne, on considère que le métœstrus dure 60 jours avec une variation allant de 45 à 70 jours, mais cela dépend essentiellement du seuil hormonal considéré. [19] Ainsi, si l'on considère le seuil de 1ng/mL, le métœstrus peut durer jusqu'à 5.5 mois. [55]

4. L'anœstrus

L'anœstrus est la période d'inactivité ovarienne. Cette phase succède au métœstrus et précède le pro-œstrus. Sa durée est en moyenne de 5 mois, et peut varier de 3 à 10 mois, pouvant être même plus longue chez certaines chiennes de grande race. [19] Certaines études tendent à montrer que plus le métœstrus est long, plus l'anœstrus est court. [55]

Tableau 1 : Principales modifications comportementales, anatomiques et physiologiques chez la chienne durant le cycle œstral d'après NOAKES et *al.*, et THIBAUT et *al.*

Période du cycle (durée moyenne)		Pro-œstrus (9 jours)	Œstrus (9 jours)	Métestrus (75 jours)	Anestrus (125 jours)
Modifications comportementales et cliniques		« Chaleurs »			
		· Attraction des mâles · Inquiétude, désobéissance · Refus de la saillie · Pertes vulvaires rougeâtres · Turgescence de la vulve	· Attraction des mâles · Acceptation de la saillie · Réflexes sexuels lorsque la vulve est stimulée · Pertes vulvaires orangées, moins abondantes · Turgescence de la vulve	· Refus de la saillie · Gestation si fécondation · Mise bas et lactation ou lactation de pseudo-gestation ou absence d'évènement particulier	· Refus de la saillie · Absence de comportement sexuel particulier
Modifications anatomiques	Ovaires	· Croissance folliculaire · Ovaires de taille augmentée et de forme irrégulière	· Ovulation · Formation des CJ	· Persistance des CJ durant toute la gestation puis régression après le part	· Ovaires ovales et aplatis, sans follicule, quelques CJ restent visibles
	Utérus	· Epaissement de l'endomètre · Elargissement de la lumière des glandes	· Epaissement de l'endomètre · Elargissement de la lumière des glandes	· Allongement des glandes · ↘ lumière des glandes · Glandes plus tortueuses · Desquamation épithélial en fin de métœstrus	· Réduction du nombre de glandes et perte de leur aspect tortueux
	Muqueuse vaginale	· Muqueuse œdématisée et épaissie - Rose foncé · Replis profonds	· Muqueuse épaissie · Rose pâle · Peu plissée	· Pâle · Plis longitudinaux	· Pâle · Plis longitudinaux
Modifications des cellules vaginales (frottis)		· ↘ Cellules basales et parabasales · ↗ Cellules intermédiaires kératinisées ou non · Nombreuses érythrocytes	· Nombreuses cellules superficielles et kératinisées · Quelques érythrocytes	· ↘ Cellules kératinisées · ↗ Cellules basales · Absence d'érythrocytes · Présence de polynucléaires neutrophiles	· Quelques cellules parabasales et basales, parfois quelques polynucléaires neutrophiles
Principales influences hormonales		· ↗ Œstrogènes	· ↗ Rapide de la progestérone · ↘ Œstrogènes · Pic de LH en tout début d'œstrus	· ↗ Progestérone puis ↘ progressive	· Valeurs basales des hormones
Evènements physiologiques		· Maturation folliculaire	· Ovulation	· Gestation	· Inactivité ovarienne

D. Endocrinologie du cycle œstral

Les principales interactions hormonales du cycle œstral sont illustrées sur la Figure 2.

1. La GnRH

La gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) est une neurohormone d'origine hypothalamique. Elle est produite par des neurones à GnRH dont les terminaisons se situent en majorité au niveau du système porte hypothalamo-hypophysaire. [74] La GnRH est un peptide constitué de 10 acides aminés dont la séquence, commune à tous les mammifères, est représentée sur la Figure 1. Du fait de sa nature, cette hormone a une demi-vie très courte de 2 à 5 minutes. [35]

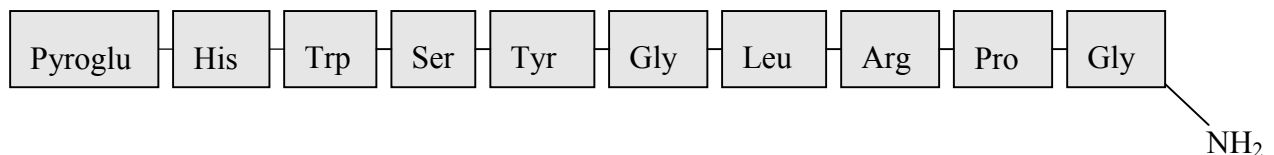


Figure 1 : Séquence d'acides aminés de la GnRH d'après GOBELLO et *al.*, 2007

La GnRH contrôle la fonction de reproduction à différents niveaux. Comme son nom l'indique, elle régule la synthèse et la libération des gonadotrophines hypophysaires (FSH, LH), qui à leur tour agissent sur la gamétogénèse et la synthèse des stéroïdes sexuels. Par ailleurs, il a été démontré que la GnRH agit directement au niveau de certains tissus du système reproducteur (glande mammaire, ovaires, placenta). Du fait de sa demi-vie très courte dans l'organisme, les effets de la GnRH sur ces tissus extra-hypophysaires sont minoritaires. Enfin, la GnRH agit sur le comportement sexuel, notamment en modulant les informations olfactives. [64] La sécrétion physiologique de GnRH se fait de manière pulsatile. C'est la variation de l'amplitude et de la fréquence de ces pulsations qui donnent à la GnRH son rôle. [15] Généralement, il y a une très bonne coïncidence entre les pulses de GnRH et les pulses de gonadotrophines, mais lorsque la fréquence des pulses de GnRH devient trop élevée (castration, pic préovulatoire), la sécrétion de LH s'estompe. [68] Les agonistes de la GnRH sont très souvent utilisés pour certains cas d'infertilité. En revanche, lorsque la GnRH est administrée en continu ou à trop haute dose, celle-ci provoque une désensibilisation de l'hypophyse et inhibe la fonction de reproduction. [64][68]

La pulsatilité de sa sécrétion, sa demi-vie de courte durée ainsi que la difficulté d'interprétation de ses variations, font de la GnRH une hormone peu utile au suivi de routine du cycle de la chienne.

2. Les gonadotrophines

Les gonadotrophines sont des hormones d'origine hypophysaire. Ce sont des hormones glycoprotéiques, constituées de deux sous-unités appelées α et β , riches en ponts disulfures. La sous-unité α est identique au sein d'une même espèce. En revanche, la sous-unité β est variable selon l'espèce et selon l'hormone étudiée. Il n'existe que 2 types de gonadotrophines chez la chienne : la LH (luteinizing hormone) et la FSH (follicle stimulating hormone). [74][68] Leur demi-vie en circulation est courte : entre 20 et 120 minutes selon les hormones.

La sécrétion des gonadotrophines se fait de manière pulsatile. Elle est stimulée par les pulses de la GnRH. Par ailleurs, la libération des gonadotrophines est soumise à un rétrocontrôle négatif des œstrogènes et de la progestérone. [24]

La FSH est responsable du recrutement et de la croissance folliculaire. [63] Au niveau cellulaire, elle permet la synthèse des hormones stéroïdiennes. Les cellules de la granulosa possèdent des récepteurs à la FSH qui contrôlent l'activité de l'aromatase. Simultanément, la FSH induit la synthèse du récepteur à la LH dans les cellules de la granulosa des follicules pré-ovulatoires. [68]

La LH joue un rôle majeur dans la maturation des follicules, l'ovulation et le soutien du corps jaune. La LH agit en synergie avec la FSH en achevant la maturation folliculaire. Elle déclenche la déhiscence folliculaire et stimule la production d'œstrogènes. Sous l'action de la LH, le follicule se transforme en corps jaune qui produit de la progestérone. [13] Au niveau cellulaire, la LH stimule la conversion du cholestérol en prégnénolone. Ses récepteurs se situent à la fois dans les cellules de la thèque interne et celles de la granulosa. [68]

3. Les œstrogènes

Les œstrogènes sont des hormones stéroïdiennes synthétisées à partir d'androgènes comme la testostérone, elle-même synthétisée à partir du cholestérol. Parmi les différents types d'œstrogènes qui existent, le 17β -œstradiol est le plus important, du fait de son activité œstrogénique élevée. [70] La synthèse d'œstradiol nécessite l'intervention d'une aromatase, [16] elle est donc possible uniquement dans les cellules de la granulosa des follicules ovariens, et dans le placenta. La FSH stimule l'activité de l'aromatase, contrôlant donc la sécrétion d'œstrogènes. [68]

Les œstrogènes sont responsables de nombreuses modifications au cours du cycle sexuel, en plus de leur rôle dans la différenciation sexuelle. Ils déclenchent l'œstrus et les modifications anatomiques qui y sont liées : stratification et cornification de la muqueuse vaginale, prolifération de la muqueuse utérine. Ils assurent le maintien du corps jaune et augmentent le péristaltisme des oviductes. [70]

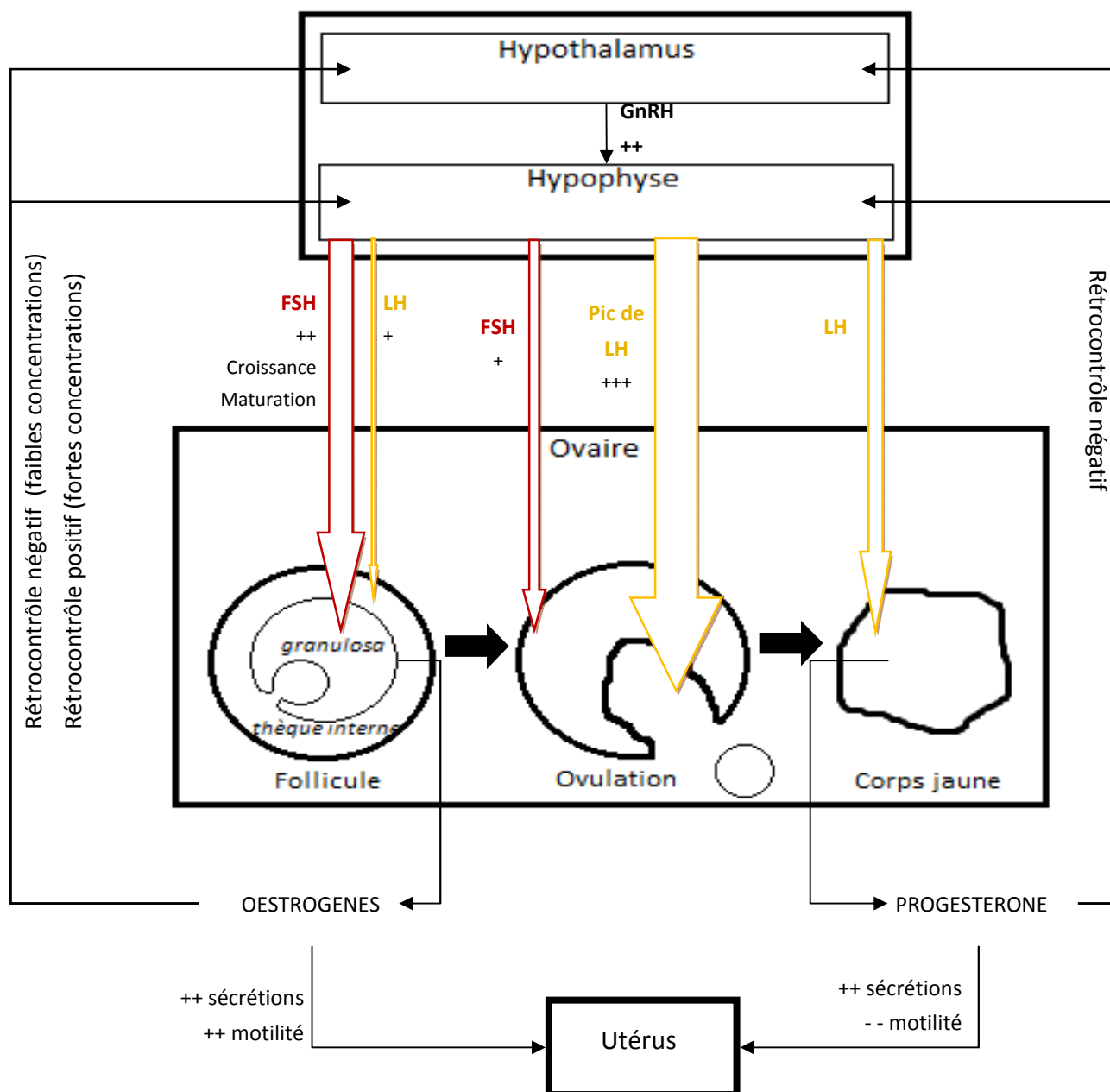


Figure 2 : Principales interactions hormonales entre l'axe hypothalamo-hypophysaire et l'appareil reproducteur de la chienne d'après SENGHER *et al.*, 2005.

L'imprégnation en œstradiol entraîne le comportement typique du pro-œstrus. La diminution du rapport œstradiol/progestérone est responsable du comportement d'œstrus, ainsi que de la sécrétion de phéromones nécessaires à l'attraction des mâles.[18]

Les œstrogènes exercent un rétrocontrôle négatif sur la libération de GnRH et des gonadotrophines, en diminuant l'amplitude des pics hormonaux. Ce rétrocontrôle négatif est très sensible (efficace pour de faibles concentrations en œstrogènes). Par ailleurs, à forte dose,

les œstrogènes exercent un rétrocontrôle positif sur l'hypothalamus, générant ainsi le pic de LH provoquant l'ovulation. [24]

4. La progestérone

La progestérone est une hormone stéroïdienne synthétisée à partir du cholestérol. Sa synthèse se fait dans les cellules de la thèque, les cellules lutéales. [16] Sa sécrétion est stimulée par la LH, et ne devient importante qu'après l'ovulation, lorsque les cellules lutéales apparaissent. [68] La progestérone est l'hormone clé de la gestation. En effet, c'est elle qui permet la nidation ainsi que le maintien de la gestation.

La progestérone exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse en diminuant la fréquence des pics de gonadotrophines. [24]

5. La prolactine

La prolactine est une hormone protéique sécrétée par l'adénohypophyse. Elle est nécessaire au développement de la glande mammaire, à l'initialisation et au maintien de la sécrétion lactée. [70] Par ailleurs, la prolactine joue de nombreux rôles sur la fonction de reproduction : par une action centrale sur le système nerveux, par une action directe sur les ovaires ainsi que par une action sur le comportement. D'autres rôles de la prolactine ont été mis en évidence : intervention dans la fonction hépatique, surrénalienne, immunitaire, glucidique ou encore sur l'osmorégulation. [68]

6. L'ocytocine

L'ocytocine est un octapeptide sécrété par les neurones de la neurohypophyse. [24] Elle joue un rôle au moment du part puisqu'elle augmente le tonus, la force et le rythme de contraction de l'utérus. Pendant la lactation, elle est sécrétée lors de la succion de la tétine et entraîne l'éjection du lait. [70]

7. Les prostaglandines

La principale prostaglandine intervenant dans le cycle sexuel de la chienne est la prostaglandine $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Elle est synthétisée par les cellules de l'endomètre. Ses mécanismes d'action chez la chienne ne sont aujourd'hui pas bien connus. L'injection de $PGF_{2\alpha}$ sur des chiennes gestantes peut entraîner un avortement, mais cela dépend principalement de la durée du traitement. D'autre part, le traitement entraîne une chute brutale de la progestérone chez les chiennes gestantes ou en métœstrus. [21] Certains considèrent donc que la $PGF_{2\alpha}$ provoque une lutéolyse, mais aucun mécanisme précis n'a été décrit à ce jour. La sensibilité du corps jaune aux prostaglandines augmente avec la chute de progestérone constatée en fin de métœstrus ou de gestation. [18]

8. Variations hormonales au cours du cycle sexuel

Au cours du cycle œstral, les concentrations en hormones sexuelles présentées ci-dessus varient. Ces variations sont liées les unes aux autres et entraînent la succession d'événements physiologiques que l'on connaît.

Le pro-œstrus commence lorsque la chienne présente des signes d'œstrogénisation. Cette imprégnation oestrogénique (initialement faible : entre 5 et 15 pg/mL) exerce tout d'abord un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Mais avec la croissance folliculaire, les cellules de la granulosa produisent une quantité croissante d'œstrogènes jusqu'à atteindre des pics de 40 à 120 pg/mL. A un taux aussi fort, les œstrogènes provoquent un rétrocontrôle positif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, déclenchant ainsi une décharge massive de LH et plus modérée de FSH environ 24h après le pic d'œstrogènes. [26] Le pro-œstrus se termine avec le pic de LH qui dure en moyenne 48h. Contrairement à la majorité des mammifères, la chienne présente une augmentation du taux plasmatique en progestérone simultanée au pic de LH et donc avant l'ovulation. Ceci est dû à une pré-lutéinisation précoce des follicules. La progestérone varie entre 1 et 3 ng/mL pendant le pic de LH puis augmente rapidement pour atteindre 10 à 25 ng/mL environ 10 jours après le pic de LH. [19]

L'entrée en œstrus est déclenchée par la chute d'œstrogènes qui commence juste avant la décharge de LH. Les œstrogènes vont ainsi atteindre des concentrations plasmatiques intermédiaires à 10-25 pg/mL qui vont progressivement diminuer au cours de cette période. Durant le métœstrus, la progestérone atteint sa concentration maximale (15 à 80 ng/mL) entre 20 à 35 jours après la décharge de LH, puis elle-ci diminue lentement jusqu'à 1 ng/mL entre 55 et 90 jours après le pic de LH. [19]

Pendant l'anœstrus, les concentrations plasmatiques en œstradiol, progestérone et LH sont basses au contraire du taux plasmatique en FSH qui est élevé. L'œstradiol, la LH et la FSH ont une sécrétion pulsatile. En fin d'anœstrus, les fortes concentrations en FSH permettent le recrutement et la croissance folliculaire qui entraînent à leur tour la production d'œstrogènes. [19]

La Figure 3 représente ces variations hormonales au cours du cycle sexuel chez la chienne non gestante. Les variations des concentrations plasmatiques en androstenedione et en testostérone y figurent aussi. Leurs augmentations semblent être liées à un excès de précurseurs des œstrogènes et pourraient avoir un rôle dans le comportement masculin de certaines chiennes (chevauchement d'autres chiennes). [19]

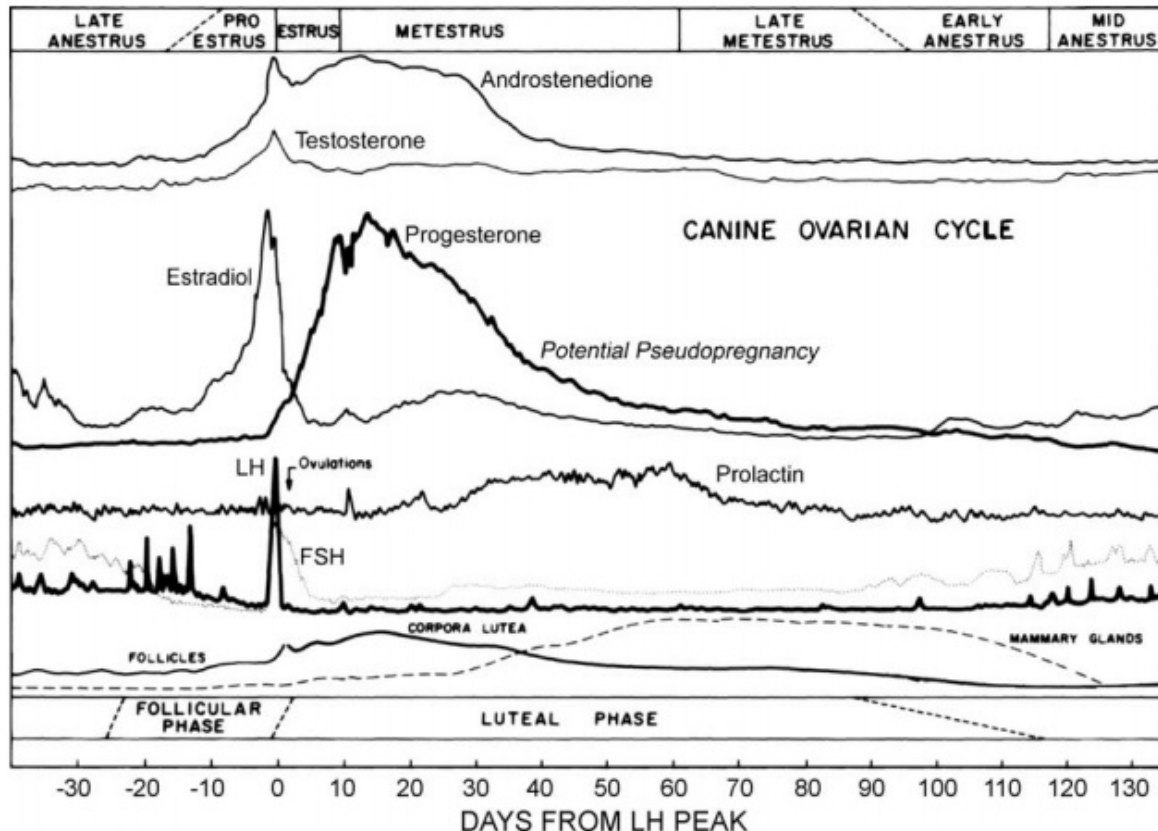


Figure 3 : Principales variations hormonales au cours du cycle œstral chez la chienne non gestante d'après CONCANNON et *al.*, 2011

II. La gestation

A. Durée de gestation

1. Différentes définitions du temps de gestation

Chez la plupart des mammifères, le temps de gestation est défini soit à partir du début de l'œstrus, soit à partir de la date d'insémination. Cependant, cela ne se révèle pas assez précis chez la chienne puisqu'il a été démontré que la date d'ovulation ne peut pas être prédite en fonction du début de l'œstrus. [42] En effet, si la durée de gestation est exprimée comme étant l'intervalle entre la première ou unique saillie et la mise-bas, des études montrent que la gestation dure en moyenne 62 à 64 jours avec des extrêmes allant de 57 à 72 jours pour des gestations normales. Une prévision de mise bas à 15 jours près n'étant pas envisageable, d'autres techniques ont été mises au point pour affiner la détermination de la durée de gestation. En prenant comme point de repère le pic de LH, la gestation dure en moyenne 65 jours, avec une variation allant de 64 à 66 jours. Si les résultats obtenus par cette méthode sont beaucoup plus précis, ils sont cependant difficiles à réaliser en pratique vétérinaire. [20]

Certaines études ont donc cherché à déterminer la durée exacte de gestation à partir des concentrations en progestérone. Ainsi, KUTZLER et *al.*, ont montré que l'augmentation initiale de progestérone en début d'œstrus peut être un point de repère pour le début de la gestation, avec une durée de gestation de 65 jours en moyenne, comme lorsqu'on se base sur le pic de LH. En revanche, si la moyenne reste la même, les écarts sont plus importants avec des variations allant de 62 à 68 jours. De plus, la détection de cette augmentation initiale en progestérone est difficile puisqu'elle nécessite des dosages tous les 2 jours voire tous les jours à partir du début du pro-œstrus (du fait de la grande variabilité de l'ovulation pendant les chaleurs, comme expliqué précédemment). Il est considéré que la progestéronémie augmente lorsqu'elle dépasse 1,5 ng/mL. [44]

Enfin, d'autres mesures de durée de gestation ont été réalisées à partir de cytologies vaginales en considérant le premier jour de gestation lorsque le frottis vaginal était celui de dioestrus. Dans ce cas, les gestations étaient en moyenne de 57 jours mais avec une variation allant de 51 à 60 jours. [42]

2. Facteurs influençant la durée de gestation

Différents paramètres ont été étudiés afin d'évaluer leur influence sur la durée de gestation. La taille de la portée est corrélée négativement avec la durée de gestation : les portées de moins de 4 chiots sont susceptibles d'être de plus longue gestation. La race pourrait aussi avoir une influence sur la durée de gestation, mais les échantillons habituellement utilisés dans les études sont généralement trop petits pour être significatifs.[57][28]

B. Développement embryonnaire

Le développement depuis l'ovocyte fécondé jusqu'au nouveau-né, se divise en trois périodes. La fécondation associée à la période embryonnaire précoce, la période embryonnaire et la période fœtale. [59][72]

1. Fécondation et début de la période embryonnaire

Chez la chienne, les ovocytes expulsés lors de l'ovulation ne sont pas matures contrairement aux autres mammifères étudiés à ce jour. C'est dans l'oviducte que les ovocytes ovulés finissent leur maturation puis terminent leur méiose, en moyenne 54 à 72h après l'ovulation. Une fois que le stade de métaphase II de méiose est atteint, les ovocytes peuvent être fécondés. La viabilité des ovocytes canins, c'est-à-dire la période pendant laquelle ils sont fécondables, est de plusieurs jours : entre 44 et 120h après l'ovulation alors qu'elle est de maximum 24h chez les autres mammifères, mais les études divergent quant à la nécessité de maturation de l'ovocyte pour qu'il y ait fécondation. [67] En moyenne, le taux de fécondation et d'implantation est évalué entre 78 et 88% des ovocytes ovulés, mais cela peut varier beaucoup selon les chiennes (avec des écarts allant de 17 à 100%). [61]

Le début de la période embryonnaire fait suite à la fécondation dans les oviductes, elle s'étend du 2^e au 17^e jour suivant le pic de LH. Le zygote quitte les oviductes autour du 10^e

jour suivant l'ovulation, afin d'entrer dans les cornes utérines au stade morula ou blastocyste. Peu importe le nombre et la répartition des oocytes ayant ovulés, entre le 12^e et le 17^e jour, les blastocystes se répartissent de façon régulière dans chaque corne utérine. La période ovulaire s'achève avec la fixation et l'implantation qui débute entre le 17^e et le 21^e jour. Au sein d'une même cohorte, les embryons peuvent se développer de façon synchronisée ou non.[59][61]

2. Période embryonnaire

Le développement embryonnaire débute lorsque les cellules souches se différencient afin de donner l'ectoderme, le mésoderme et l'endoderme et s'achève lorsque l'organogénèse est terminée. Elle se déroule entre le 19^e et le 35^e jour suivant le pic de LH. Par la suite, l'ectoderme va se différencier pour former l'épiderme de la peau et le tissu nerveux. L'endoderme va former les endothéliums des appareils respiratoires et gastro-intestinaux, et le mésoderme se différencier pour donner l'appareil uro-génital, l'appareil circulatoire, ainsi que le système musculo-squelettique. Jusqu'au 30^e jour, il apparaît très peu de différenciation anatomique et seul les battements de cœurs et une aire anéchogène au niveau de la tête sont perceptibles à l'échographie. A la fin de la période embryonnaire, 33 jours après le pic de LH, l'embryon présente une ossification du crâne ainsi que certaines côtes, et une partie des os longs des membres. Les doigts sont distincts, ceux des antérieurs apparaissant avant ceux des postérieurs. Les paupières et les oreilles externes sont en formations ainsi que les vibrisses. La croissance des intestins surpasse la place disponible dans l'abdomen et provoque une hernie ombilicale physiologique. Un proéminent tubercule génital est visible. [59]

3. Période fœtale

La période fœtale débute au 35^e jour après le pic de LH, une fois que l'organogénèse est terminée. A ce stade, le fœtus peut être reconnu comme appartenant à l'espèce canine. Durant cette période, le fœtus développe la pigmentation et la croissance des phanères, les paupières et les oreilles externes continuent leur croissance, le tronc s'allonge et la différenciation sexuelle a lieu. Ces phénomènes externes s'accompagnent d'une finition des processus internes tels que la fin de l'ossification de tous les os, la résorption de la hernie ombilicale... etc. [59]

C. Physiologie de la chienne gestante

La chienne présente la particularité d'avoir un cycle de gestation très similaire à son cycle œstral normal, avec une phase lutéale qui dure environ 2 mois dans les deux cas. La Figure 4 présente les variations des différentes hormones sexuelles au cours de la gestation chez la chienne.

1. Progestérone et hormones lutéinisantes

Les concentrations plasmatiques en progestérone sont sensiblement les mêmes durant la phase lutéale, que la chienne soit gestante ou non, avec une augmentation rapide en fin de pro-œstrus et une chute lente débutant 20 à 30 jours après l'ovulation jusqu'à atteindre des

valeurs basales 60 à 70 jours après ovulation. Cependant, lors de la gestation, la production de progestérone par le corps jaune est significativement plus importante, tout comme son métabolisme par le placenta. Il en résulte une concentration plasmatique similaire. Cette différence est toutefois perçue dans les fèces, avec des concentrations plus importantes en métabolites de la progestérone chez la chienne gestante. Cette augmentation en progestérone disponible est nécessaire à la mise en place et au maintien de la gestation, une concentration minimale de 2ng/mL est nécessaire à ce maintien. La progestérone assure la différenciation de l'endomètre et de ses glandes sécrétrices, le maintien de leur intégrité ainsi que l'implantation du placenta. La progestérone empêche l'action utérinique des œstrogènes et supprime donc la contractilité de l'utérus. [72]

Chez la chienne, il ne semble pas y avoir de sécrétion placentaire ou embryonnaire de progestérone. C'est donc le corps jaune qui assure la production de progestérone durant toute la durée de la gestation. Le maintien du corps jaune est principalement assuré par la prolactine et en partie par la LH. Les concentrations en prolactine augmentent en milieu de gestation et demeurent élevées jusqu'à la lactation. Des expériences visant à supprimer l'action de la prolactine pendant la gestation aboutissent systématiquement à la lyse du corps jaune suivi d'un avortement. Le rôle de la LH est un peu plus controversé : il semblerait que son activité soit de nature lutéotrope (stimulation de la production de progestérone) plus que lutéotrophique (maintien du corps jaune). [72]

2. Autres hormones

a. *La relaxine*

La relaxine est une hormone polypeptidique. [34] Cette hormone étant produite par le placenta, elle n'est pas présente dans le sérum des chiennes non gestantes. La concentration en relaxine augmente vers le 21^e voire 24^e jour suivant le pic de LH et reste élevée jusqu'au part. Cette variation est concomitante voire précède légèrement l'augmentation de prolactine. Après le part, les concentrations en relaxine diminuent mais restent détectables pendant les 30 premiers jours de lactation. C'est aujourd'hui la seule protéine spécifique à la gestation identifiée chez la chienne. En cas d'avortement, on constate une persistance de la relaxine plasmatique pendant une durée non déterminée. La relaxine a un effet relaxant sur les fibres musculaires de l'utérus. Il semble qu'elle stimule aussi la sécrétion de progestérone soit par une action directe au niveau du corps jaune soit par une action indirecte sur la production de prolactine. [72]

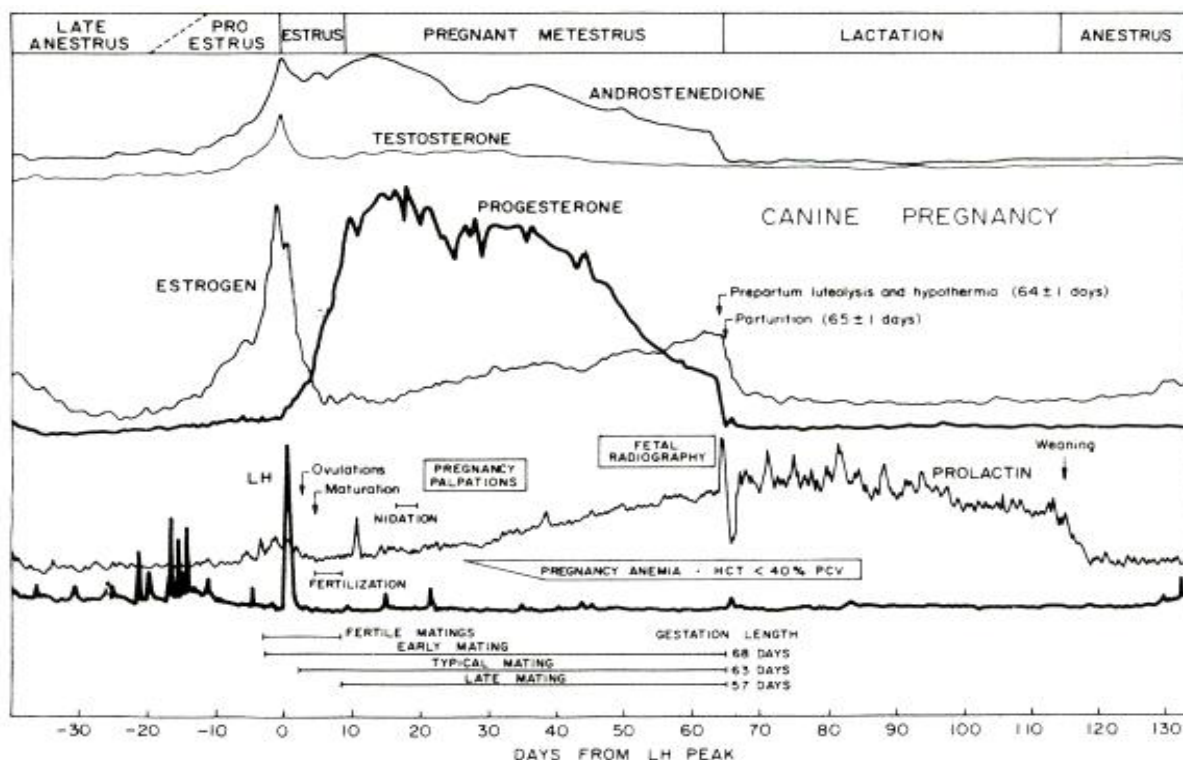


Figure 4 : Variations hormonales au cours de la gestation chez la chienne, d'après CONCANNON et *al.*, 1986

b. Les œstrogènes

Si la concentration en œstrogènes est faible au début de la gestation, elle augmente de nouveau 10 à 15 jours après le pic de LH. Leur rôle reste assez peu connu et un peu controversé, mais il semblerait qu'ils jouent un rôle lutéotrophique, en stimulant la sécrétion de progestérone et de ses récepteurs.[72]

c. Gonadotrophines placentaires

Chez la chienne, aucune gonadotrophine d'origine placentaire n'a été mise en évidence contrairement à d'autres mammifères comme la femme et la jument. Par ailleurs, le placenta ne produit pas de progestérone, ce qui implique que toute ovariectomie durant une gestation entraîne un avortement. [72]

d. Le cortisol

Les concentrations plasmatiques en cortisol augmentent en fin de gestation pour atteindre un plateau quelques jours avant le part, suivi d'une importante chute en *post-partum*. L'administration de corticostéroïdes à des doses thérapeutiques non-immunosuppressives en fin de gestation (à partir du 30^e jour de gestation) induit un avortement ou une résorption. [78] [72] Les mécanismes en causes sont méconnus mais il semblerait que l'administration de

corticoïdes entraîne une lutéolyse à l'origine d'une chute de la progestérone, mimant les mécanismes de la mise-bas.[78]

e. La prolactine

Durant toute la gestation, la progestérone inhibe la production des récepteurs à la prolactine. A l'approche de la mise-bas, la diminution du taux de progestérone permet l'augmentation importante des récepteurs de la prolactine, ce qui provoque la montée de lait. [68]

3. Modifications hématologiques

Lors de la gestation, la chienne peut montrer une anémie avec une chute de l'hématocrite en dessous de 30%. Après l'implantation des embryons, il y a une augmentation des protéines de la phase aiguë, marqueurs de l'inflammation, concomitante avec une augmentation des leucocytes. Ces modifications survenant à la suite de l'implantation sont les témoins d'une inflammation non spécifique en réponse à la présence de l'unité fœto-placentaire contenant des protéines étrangères. Ces variations peuvent être détectées à partir du 25^e jour jusqu'au 55^e jour de gestation. [72]

4. Résistances à l'insuline

La gestation de la chienne peut entraîner une résistance à l'insuline plus ou moins importante. Cette insulino-résistance se traduit par une hyperglycémie sub-clinique voire clinique et peut apparaître chez des chiennes déjà diabétiques ou chez des chiennes normales. Elle est liée à une augmentation de l'hormone de croissance elle-même due à l'augmentation de progestérone. Ces perturbations endocriniennes peuvent entraîner une acromégalie ou un diabète sucré chez la chienne. [72]

5. Prise de poids et nutrition

Au cours de la gestation, la chienne prend du poids, principalement au cours de la 2^e moitié de gestation. Cette prise de poids peut être variable selon la taille de la portée, la race de la chienne, etc. et est généralement comprise entre 20 et 55% du poids initial de la chienne, avec une moyenne autour de 36%. Cette augmentation de masse corporelle s'accompagne d'une augmentation des besoins énergétiques et des besoins protéiques. Les besoins en carbohydrates sont également augmentés et s'ils ne sont pas satisfaits, la chienne sera en hypoglycémie pendant les 2 dernières semaines de gestation, ce qui entraîne un taux de mortalité plus élevé des chiots jusqu'au 3^e jour *post-partum*. [17]

D. Diagnostic de gestation

Un diagnostic précoce de gestation est souvent réclamé par le propriétaire ou l'éleveur, à juste titre. En effet, ce diagnostic précoce permet d'une part une meilleure organisation de la part de celui qui va gérer la mise-bas, mais cela permet aussi d'améliorer la prise en charge proposée par le vétérinaire tout au long de la gestation. [31]

1. Modifications anatomiques et comportementales

Quelques signes de la gestation peuvent être perçus par le propriétaire. Ces signes sont généralement plus faciles à reconnaître chez la femelle primipare. A la suite de l'œstrus, la turgescence de la vulve a tendance à persister. Les mamelons s'agrandissent légèrement et prennent une teinte plus rosée à partir de la 3^e semaine de gestation. Le développement des glandes mammaires peut s'observer à partir de la 5^e semaine, mais ce signe se retrouve aussi en cas de lactation de pseudo-gestation. Des signes de malaises et de nausées peuvent arriver pendant la 3^e semaine (en liaison avec l'implantation de l'embryon), et pendant la 5^e semaine (à cause d'une trop forte pression des cornes utérines sur l'estomac et le foie). Ces nausées ne doivent durer qu'un jour ou deux. Des pertes vulvaires physiologiques peuvent être observées lors de la gestation : lors de l'implantation de l'embryon, pendant la 3^e semaine, de petites quantités de liquide muco-hémorragique peuvent s'écouler pendant un jour ou deux, et peu de temps après, des pertes incolores et inodores, glaireuses, provenant des glandes du col de l'utérus, peuvent persister jusqu'à la 7^e semaine. La distension de l'abdomen devient évidente à partir de la 5^e semaine et les mouvements fœtaux sont visibles ou palpables durant la dernière semaine de gestation. Enfin, la chienne gestante peut exercer une certaine attraction sur les mâles, comme c'est le cas pendant la période des chaleurs. [31]

2. Par palpation abdominale

La technique de palpation abdominale peut être utilisée entre le 24^e et le 35^e jour de gestation. Entre le 24^e et le 28^e jour, les ampoules fœtales mesurent environ 15 mm de diamètre. Elles sont rondes, fermes et bien distinctes les unes des autres. Il est très difficile de les palper à ce moment-là, d'autant plus si la chienne est obèse, de grande taille ou si l'abdomen est tendu. Durant la 4^e semaine, les ampoules fœtales prennent une forme plus allongée et atteignent une taille de 25 mm de diamètre. De plus, avec le poids des ampoules, l'utérus commence à changer de place dans l'abdomen et prend une position plus centrale. A 5 semaines, les ampoules ont une taille de 30 à 35 mm et deviennent plus molles au touché, du fait de l'augmentation des liquides fœtaux. L'utérus prend une position plus ventrale, et les ampoules ne sont plus séparables à la palpation ainsi, si l'on peut mettre en évidence une augmentation de la taille de l'utérus elle sera non spécifique d'une gestation. Après 5 semaines, l'utérus prend un tel volume dans l'abdomen, qu'il devient alors très difficile de diagnostiquer une gestation par simple palpation abdominale. De manière plus générale, cette méthode n'est pas fiable pour déterminer le nombre exact de fœtus. [31][62]

En pratique, la palpation abdominale est réalisable à partir de 3 semaines chez les chiennes de petit format, 4 semaines pour celles de grand format. Dans tous les cas, la forme de l'utérus devient non spécifique d'une gestation à partir de 5 semaines.

3. Par échographie

L'échographie est l'examen de choix pour le diagnostic de gestation. A ce jour, cet examen ne présente aucun risque, que ce soit pour l'opérateur, pour la chienne ou pour les fœtus. De plus, c'est un examen riche en informations. [62]

Il existe 3 méthodes d'échographie utilisées pour le diagnostic de gestation chez la chienne. Seul le mode bidimensionnel sera présenté ici, les autres modes ne représentant qu'un intérêt limité. Une sonde de 5 MHz est généralement suffisante pour un diagnostic de bonne qualité. Chez les chiennes de petite race, une sonde de 7,5 MHz peut être nécessaire. Les vésicules amniotiques sont visibles à partir du 20^e jour suivant le pic de LH, mais peuvent facilement être masquées par des gaz des anses intestinales. Après le 25^e jour, 94% des diagnostics de gestations sont justes, et pour un diagnostic à 28 jours, la précision augmente à 99%. Les battements de cœur sont visibles autour du 24^e jour. L'échographie donne accès aux mesures fœtales telles que le diamètre bipariétal du crâne, et permettent d'évaluer le stade de gestation avec une précision d'environ 3 jours. [62]

Il est toutefois possible d'utiliser un matériel plus précis. Ainsi, une étude montre qu'en utilisant une sonde de 12,5 MHz, avec un opérateur expérimenté, les premières vésicules embryonnaires sont visibles à partir du 12^e jour suivant l'insémination, et forment un élément sphérique et anéchogène, encadré dorsalement et ventralement par deux points hyperéchogènes. A ce stade, les vésicules ont un diamètre d'environ 1,5 mm. A 14 jours post insémination, il est possible d'estimer la taille de la portée, avec des vésicules mesurant environ 2,6 mm. Le 15^e jour, les vésicules prennent la forme de citrons, et les battements cardiaques sont visibles à partir du 20^e jour. [33]

Plus couramment, avec une sonde échographique de 5 MHz, l'échographie de diagnostic de gestation peut se faire à partir de la 3^e semaine chez les chiennes de petite race et à partir de la 4^e semaine pour les chiennes de grande race.

4. Par radiographie

A 3 semaines, la radiographie abdominale permet de mettre en évidence une augmentation de la taille de l'utérus. En revanche, cela ne permet pas de différencier la gestation des autres causes d'augmentation de taille de l'utérus. Ainsi, pour réaliser un diagnostic de gestation positif, il est nécessaire d'observer la calcification osseuse des fœtus, qui se produit après 42 jours de gestation. La radiographie est la technique la plus précise pour déterminer le nombre exact de fœtus ainsi que leur position en fin de gestation. Pour un dénombrement le plus exact possible, 2 clichés perpendiculaires sont nécessaires (face et profil). [31]

5. Par dosages hormonaux

La chienne ne produit pas de gonadotrophine spécifique pendant sa gestation, contrairement à la femme et à la jument.

La concentration plasmatique en relaxine est significativement plus importante chez les chiennes gestantes. Cette augmentation débute au cours de la 4^e semaine de gestation, permettant un diagnostic à partir de 23 jours post-insémination. Un kit de dosage est disponible en cabinet, et est fiable à 100% au 30^e jour post-insémination. Cependant, en cas de résorption embryonnaire ou d'avortement, le test demeure positif pendant un certain laps de temps encore inconnu à ce jour, [62] bien qu'il semble que la chute de la concentration plasmatique en relaxine soit assez importante suite à la mise-bas. [7]

Le peptide C, en tant que portion du précurseur de la relaxine, marque lui aussi la gestation à partir du second tiers de la gestation par sa présence dans les urines. Une augmentation de la concentration urinaire en œstrogènes est reportée à partir du 21^e jour de gestation. Les concentrations plasmatiques en FSH sont significativement plus hautes chez la chienne gestante à partir du 17^e jour. Pour ces 3 hormones, aucun test de routine n'est disponible actuellement.[62]

Enfin, contrairement à d'autres espèces, les concentrations en progestérone et en prolactine au cours de la gestation ne sont pas significativement différentes de celles rencontrées chez la chienne en métœstrus. Il n'y a donc aucune utilité à doser ces hormones en vue d'un diagnostic de gestation.[62]

III. La mise bas

A. Physiologie de la mise bas

1. Changements hormonaux en *peri-partum*

La mise-bas physiologique est le résultat d'une chute rapide en progestérone (< 2ng/mL) dans un intervalle de 12 à 24h en réponse à l'augmentation des concentrations plasmatiques en prostaglandines qui provoquent la lutéolyse. Les prostaglandines sont elles-mêmes la réponse au développement et à la maturation de la glande pituitaire et des glandes surrénales des fœtus et de l'augmentation des concentrations en glucocorticoïdes fœtaux. La chute en progestérone qui précède immédiatement la mise-bas, est à l'origine de l'augmentation de la prolactinémie. Par ailleurs, la lactation et la production de lait, jusqu'alors inhibées par la progestérone, débutent. Une chute de la température corporelle d'environ 1°C est constatée 12 à 18h après la chute de progestérone et 12 à 24h avant le part. [72]

Les contractions utérines sont stimulées par les prostaglandines, l'ocytocine et les œstrogènes [65] qui provoquent aussi un relâchement de la filière pelvienne et un ramollissement du col de l'utérus. [72] La fin de gestation est aussi associée à une chute rapide des concentrations plasmatiques en relaxine. L'effet relaxant de celle-ci sur le myomètre cesse donc de faire effet. [68] La Figure 5 représente les différents mécanismes à l'origine du déclenchement du part.

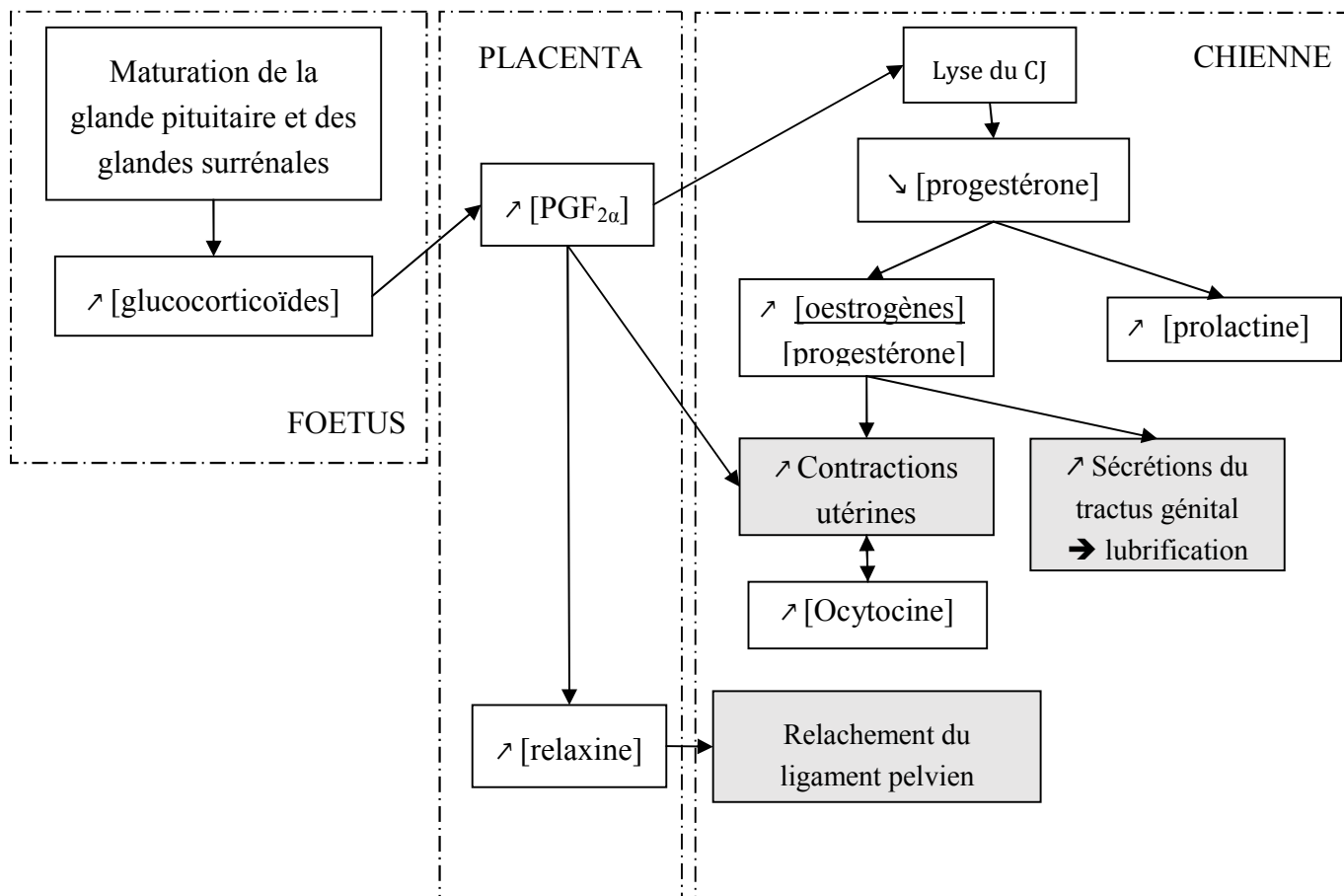


Figure 5 : Cascades d'événements à l'origine du déclenchement du part d'après VERSTEGEN-ONCLI et *al.*, 2008 et SENGER et *al.*, 2012

2. Prodromes du part

Dans les jours précédant la mise-bas, la chienne va se préparer à la venue des chiots. Les mamelles vont devenir turgescentes avec une sécrétion de lait qui peut commencer plus ou moins longtemps avant la mise-bas. En effet, chez les primipares, le début de la montée de lait coïncide à peu près avec la mise-bas. En revanche, chez les multipares, la montée de lait peut précéder de plusieurs jours le part. [56]

Quelques heures à quelques jours avant la mise-bas, la chienne montre des signes d'inquiétude, cherche à construire un nid en détruisant et mâchant ce qu'elle a à sa portée, et elle recherche l'isolement. Elle n'a plus d'appétit, elle halète et s'agite en permanence. Des vomissements et de la diarrhée peuvent être associés à ces modifications comportementales. Cette phase qui peut paraître très agitée et annoncer l'arrivée immédiate du part, peut cependant être assez longue, ce qui a tendance à inquiéter les propriétaires.

3. Déroulement de la mise-bas

La mise-bas se déroule en plusieurs étapes, qui peuvent varier en fonction du type d'approche que l'on choisit. Chez les grands mammifères, la parturition peut être divisée en 3 étapes : la préparation à la mise-bas ou phase d'activation, l'expulsion du fœtus ou phase de stimulation et l'expulsion des annexes ou phase suivant immédiatement le part. [56] [65]

Cette subdivision est peu adaptée à la chienne, qui expulse plusieurs chiots successivement, parfois directement dans leurs annexes (que la mère déchire pour que le nouveau-né puisse respirer) ou bien en alternant chiot et annexes. On préférera donc distinguer seulement deux phases :

- Etape 1 du travail : la chienne se prépare et commence à changer de comportement. Physiologiquement, cette phase est marquée par le début des contractions utérines, en l'absence de contractions abdominales. Juste avant la 2^e étape, la chienne peut commencer des crises où elle va gratter de façon obstinée le sol ou la terre.
- Etape 2 du travail : les fœtus sont expulsés par passage du col utérin puis du vagin. L'expulsion se fait individuellement, avec ou sans ruptures des annexes fœtales, à l'aide des contractions utérines et abdominales ainsi que grâce aux mécanismes décrits précédemment.

Lorsque les deux cornes sont remplies de façon inégale, c'est généralement la corne la plus remplie qui commence à expulser en premier. Les deux cornes utérines ont tendance à expulser leur fœtus en alternance, de façon à ce qu'il n'y en ait jamais une de vide alors que l'autre n'a pas commencé l'expulsion des fœtus. [75] Le premier fœtus peut mettre jusqu'à 1h avant d'être totalement expulsé, et l'intervalle entre chaque expulsion peut varier de quelques minutes à quelques heures (2 ou 3). Le placenta peut être délivré attaché au cordon ou suivre le fœtus 10 ou 15 minutes après sa sortie, il est rare que la rétention de placenta soit un problème chez la chienne. A la naissance de ses petits, la chienne va naturellement avoir tendance à déchirer les membranes fœtales encore intactes, elle va lécher les chiots, mordiller intensément le cordon ombilical et manger les placentas. Il est possible qu'elle parvienne à perforer l'abdomen en mâchant le cordon ombilical. Il est très fréquent que la chienne se mette à vomir suite à l'ingestion des placentas. [17]

B. Préviation de la date de mise bas

Il est nécessaire de connaître la date de mise bas le plus précisément possible pour plusieurs raisons. Avant tout pour des questions d'organisation, afin que le propriétaire soit disponible le moment voulu, mais surtout pour des raisons médicales. En effet, la gestation de la chienne est relativement courte comparée à celle d'autres mammifères, et donc laisse place à une fenêtre très brève pour mettre bas un fœtus viable. Si la mise-bas est trop prématurée, le fœtus aura alors peu de chances de survie. A l'inverse, si le fœtus dépasse de plus de 2 jours le terme, le placenta ne sera plus capable de subvenir aux besoins nutritionnels de ce dernier, aboutissant à la mort du fœtus. Enfin, chez certaines races ou dans certains cas de gestation, le risque de dystocie est très élevé et la pratique d'une césarienne est nécessaire. Dans ce cas, il est toujours préférable de programmer la césarienne avant que le travail n'ait commencé et donc de pouvoir anticiper la date de mise bas le plus précisément possible. [48]

1. Pic de LH

La mesure du pic de LH déclenchant l'ovulation est la mesure la plus précoce qui peut être réalisée pour prévoir la date de mise bas. Comme décrit précédemment, de toutes les méthodes testées pour déterminer la durée exacte de la gestation, c'est celle qui est la plus précise. Une fois que le pic de LH est détecté, il suffit d'y ajouter les 65 jours de gestation (± 1 jour). [20] Cependant, cette technique ne permet pas de prendre en compte des éléments qui pourraient avoir lieu pendant la gestation, et donne une date à 2 jours près malgré tout. Il s'agit donc de trouver une méthode plus précise afin de pouvoir, par exemple, juger du moment opportun pour une césarienne programmée. D'autre part, la mesure de LH est difficilement réalisable en pratique. Pour toutes ces raisons, d'autres méthodes sont recherchées pour affiner la prévision de la date de mise-bas.

2. Echographie

Les images obtenues par échographie sont très variables selon le type d'appareil et de sonde utilisés, selon l'opérateur et selon le patient (taille, quantité de poils, fréquence respiratoire, attitude...). Il est donc préférable, en échographie, de se référer à la taille de certains éléments plutôt qu'à leur apparition au fil du temps. Cependant si l'opérateur est expérimenté et habitué à son matériel, il peut prendre en compte tous les critères.

a. Mesures fœtales

Pour déterminer l'âge gestationnel, la précision est plus grande si l'on se trouve dans la première moitié de gestation, (avant le 37^e jour). Les différentes formules utilisables pour calculer l'âge gestationnel à partir de ces mesures sont indiquées dans le Tableau 2. Différentes mesures peuvent être réalisées avant 37 jours de gestation :

- La cavité chorionique interne ou ICC (Inner Chorionic Cavity) :
C'est la longueur de la poche anéchogène visible au début de la gestation. Sa mesure se fait en prenant les bords internes de la réaction trophoblastique (voir Figure 7). Cette mesure est la plus précise pour déterminer le jour de mise-bas si la date du pic de LH n'est pas connue. [6]
- Le diamètre utérin externe ou OUD (Outer Uterine Diameter) :
C'est le diamètre de la vésicule embryonnaire avec ses annexes. Cette mesure donne un résultat moins précis que l'ICC.
- La longueur cranio-caudale ou CRL (Crown-Rump Length) :
C'est la longueur du fœtus lorsqu'il est pris dans un plan sagittal : la mesure part du point le plus rostral de la tête jusqu'à la base de la queue (voir Figure 7). Cette mesure est très satisfaisante en ce qui concerne la précision de la date du part. En revanche, elle peut être difficile à réaliser, surtout à partir du 40^e jour puisque le fœtus a alors tendance à se recourber sur lui-même. [45]

Une autre mesure peut être réalisée entre le 35^e et le 58^e jour :

- La portion profonde du diencéphale et du télencéphale fœtaux ou DPTV (Deep Portion of the fetal Diencéphalo-Telencephalic Vesicle) :

C'est la mesure du thalamus et des noyaux cérébraux centraux qui correspondent à une zone anéchogène, clairement délimitée et symétrique au plan sagittal. La mesure standard se prend sur une coupe longitudinale du fœtus où les os pariétaux sont parallèles (voir Figure 6). [5]

Après le 40^e jour, on utilise d'autres marqueurs tels que :

- Le diamètre bipariétal ou BPD (Biparietal Diameter) :

C'est la largeur de la boîte crânienne : elle ne peut être mesurée qu'à partir du moment où la tête peut se distinguer du corps (voir Figure 7). C'est la mesure la plus couramment utilisée et la plus précise en fin de gestation. [45]

- Le diamètre corporel ou BD (Body Diameter) :

C'est la largeur du fœtus pris en coupe longitudinale. La mesure est prise au niveau du foie et de l'estomac (voir Figure 7), de préférence en réalisant la moyenne de deux mesures prises dans des coupes perpendiculaires. [45]

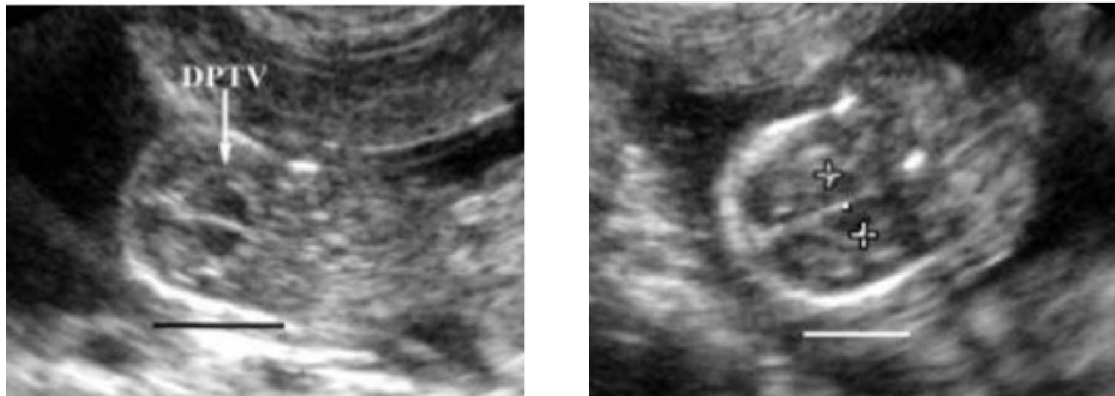


Figure 6 : Visualisation et mesure échographiques du DPTV sur un fœtus de chien d'après BECCAGLIA et *al.*, 2008.

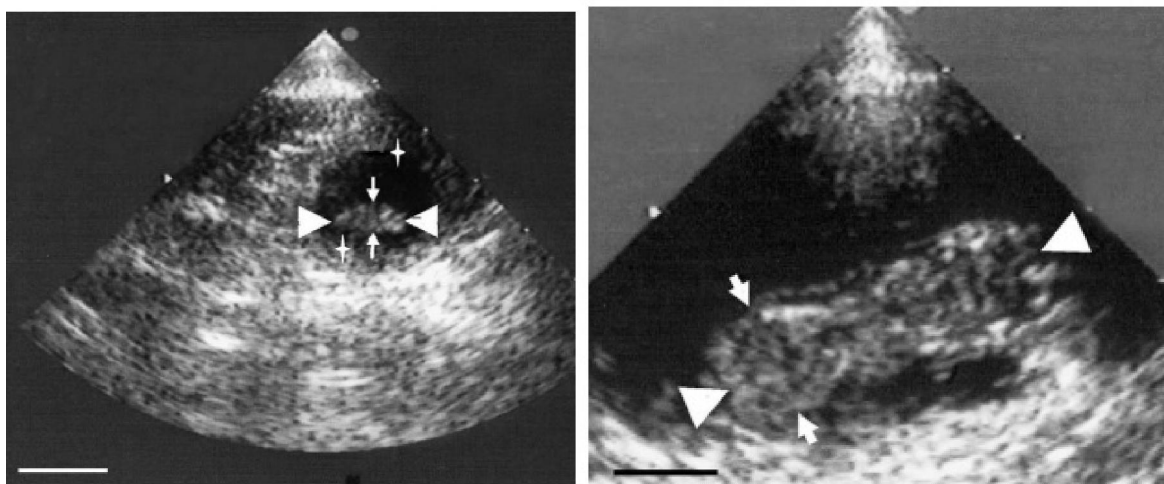


Figure 7 : Différentes mesures réalisables lors de l'échographie de gestation chez la chienne d'après KUTZLER et *al.*, 2003.

Petites flèches fines : diamètre corporel (BD)

Petites flèches épaisses : diamètre bipariétal (BPD)

Têtes de flèches : longueur cranio-caudale (CRL)

Etoiles : mesure intérieure de la cavité chorionique (ICC)

La barre représente 1 cm

Tableau 2 : Formules de calcul de l'âge gestationnel en fonction de mesures échographiques du fœtus et des structures annexes au cours de la gestation chez la chienne, en fonction des tailles de races d'après LOPATE et *al.*, 2008

Mesure	Petite race (<10kg)	Moyenne race (11-25kg)	Grande race (26-40kg)
ICC	$JAP = (mm - 68.88) / 1.53$	$JAP = (mm - 82.13) / 1.8$ $AG = 19.66 + 6.27 \times cm$ $AG = (6 \times cm) + 20$	
OD	$JAP = (mm - 85.17) / 1.83$	$JAP = (mm - 80.78) / 1.57$ $AG = 17.39 + 4.98 \times cm$	
CRL		$AG = (3 \times CRL) + 27$ $AG = 24.64 + 4.54 \times cm - 0.24 \times cm^2$	
DPTV	$JAP = (mm - 10.11) / 0.24$	$JAP = (mm - 14.15) / 0.4$	$JAP = (mm - 10.27) / 0.24$
BPD	$JAP = (mm - 25.11) / 0.61$	$JAP = (mm - 29.18) / 0.7$ $AG = 21.08 + 14.88 \times cm - 0.11 \times cm^2$	
BD		$AG = (7 \times BD) + 29$ $AG = 22.89 + 12.75 \times cm - 1.17 \times cm^2$	

JAP : jours avant le part

AG : âge gestationnel (à partir du pic de LH)

mm : mesure réalisée en mm

cm : mesure réalisée en cm

Ces mesures ont une meilleure valeur prédictive si elles sont confrontées les unes aux autres. Il est donc conseillé de mesurer à la fois BD et BDP si l'on fait un diagnostic tardif. A l'inverse, si le diagnostic est plus précoce, on mesurera à minima l'ICC et l'OULD. Par ailleurs, les formules à utiliser pour obtenir l'âge gestationnel ou le temps restant jusqu'au part, dépendent nécessairement du gabarit de race concernée. Les formules données sont valables pour les petites races (<10 kg) et les races de taille moyenne (11-25 kg), parfois pour les grandes races (26-40kg). Elles peuvent être extrapolées pour des races naines ou géantes mais doivent alors être adaptées. Il est recommandé de retirer 2 jours pour les chiennes de race géante, et d'en ajouter un pour les chiennes de race naine. Enfin, ces mesures sont plus précises si la taille de la portée correspond à la race, puisque la taille des chiots est inversement proportionnelle à la taille de la portée. [48]

b. Maturation fœtale

Le stade de maturation du fœtus peut être utilisé afin d'estimer la date du part, pour cela il est souvent nécessaire de réaliser des examens nombreux et rapprochés afin de voir l'évolution des organes, cela permet une meilleure précision. Différentes évolutions sont visibles à l'échographie tout au long de la gestation, permettant de savoir à quel stade de la gestation se trouve la chienne.[48]

Tableau 3 : Evaluation de l'âge gestationnel par estimation de la maturation fœtale.
Synthèse de différentes études d'après LOPATE et *al.*, 2008.

Les jours sont à compter à partir du pic de LH. Données moyennes sur la synthèse de différentes études. Les données sont à moduler en fonction du matériel utilisé, de l'expérimentation de l'opérateur et des conditions d'examen.

Jour	Observation à l'échographie	Commentaire
25-26	Apparition des sacs gestationnels	Forme allongée, collés à la paroi utérine
25-26	Premiers battements cardiaques	
27-28	L'embryon n'est plus collé aux parois utérines mais suspendu dans les membranes fœtales.	La plus grande des cavités correspond au sac vitellin
26-27	Visualisation du placenta	
29-31	Le placenta apparaît zonnaire	
32-34	Les bords du placenta s'incurvent	
35-39	Visualisation de la vessie	
36-39	Visualisation de l'estomac	
38-42	Les poumons deviennent plus échogènes que le foie	
39-47	Visualisation des reins et des yeux, le foie devient plus échogène que les autres organes abdominaux	
57-63	Visualisation des intestins	
58-60	Différentiation de la muqueuse intestinale (hypoéchogène) et de la musculature intestinale (hyperéchogène)	
62-64	Péristaltisme intestinal visible facilement	

c. Fréquence cardiaque des chiots

GIL et *al.*, ont récemment mis en évidence que des variations de la fréquence cardiaque des chiots signent une mise-bas imminente. Comme chez les humains, les chiots présentent des variations (élévation et chute) de leur fréquence cardiaque à l'approche du terme. Ces variations semblent liées aux contractions utérines. Ce sont donc des signes très tardifs, mais importants à connaître et à différencier des signes de souffrance fœtale. Pour bien différencier les deux phénomènes, une observation suffisamment longue doit être réalisée. En effet, une chute de fréquence cardiaque chez les chiots est souvent associée à une souffrance fœtale. Il semblerait toutefois qu'à l'approche du part, une diminution de la fréquence cardiaque des chiots puisse être physiologique tant qu'elle est suivie d'une augmentation de même intensité. L'évaluation clinique (pertes vulvaires, comportement, chute de température rectale, diminution de la progestérone plasmatique...) reste important à suivre afin d'affiner l'interprétation des chutes de fréquence cardiaque, notamment dans la prise de décision d'une éventuelle césarienne. [34]

3. Radiographie

Il est souvent suffisant pour l'interprétation de ne réaliser qu'une seule radiographie de profil. Mais il peut être nécessaire de réaliser aussi un cliché de face pour pouvoir mesurer la filière pelvienne afin de la comparer au diamètre des têtes fœtales, notamment lorsqu'il n'y a qu'un seul chiot. La radiographie permet de déterminer approximativement l'âge des fœtus en fonction de leur stade d'ossification. Par ailleurs, certaines images peuvent suggérer la mort fœtale, notamment si les os commencent à se rassembler et se superposer, s'ils apparaissent déformés, si le fœtus prend une position anormale ou si l'on peut détecter la présence de gaz dans l'utérus. [48]

4. Modifications comportementales

Les modifications comportementales précédant la mise-bas arrivent très peu de temps avant celle-ci. Ce n'est pas le meilleur critère à suivre, cependant c'est un critère facile à mettre en évidence par les propriétaires. Ces modifications commencent 2 à 3 jours avant le début du part. La chienne a moins d'appétit, elle cherche à s'isoler et se repose peu. Ce changement de comportement s'intensifie 12 à 24h avant la mise-bas : la chienne halète, mâche et se forme un nid alors que les contractions utérines commencent, sans contractions abdominales visibles. [17]

5. Chute de température rectale

La chienne présente une baisse de la température rectale généralement décrite d'environ 1°C entre 12 et 24h avant le part. TSUTSUI et *al.*, ont montré que cette chute de température peut atteindre des valeurs très variables allant de 36,4°C à 37,5°C et se produit en moyenne 12h avant le début du part, là encore avec de grandes variations (entre 3 et 25 heures). Cette étude a mis en évidence que l'élément le plus précis pour déterminer la date de

mise bas est non pas l'instant où la chute de température est maximale, mais celui où la température rectale atteint 37,5°C, puisqu'à partir de cet instant, le part commençait en moyenne 21,5 heures après ($\pm 0,8$ h). [69] L'étude de VERONESI et *al.*, n'a pas mis en évidence de chute de la température dans les heures précédant le part. Cependant, leur protocole ne prévoyait que deux prises de température rectale, à 9h et 14h, sur seulement 7 chiennes. La chute de température étant généralement décrite comme brève, il est possible que prendre seulement 2 températures rectales par jour, à 5h d'intervalle, ne soit pas suffisant pour détecter cette chute de température. [71]

La chute de température rectale dans les 24h précédant la mise-bas est un élément que l'on retrouve chez de nombreuses espèces et qui est souvent réalisé sur les chiennes en clientèles. Cela reste un moyen simple, peu onéreux et facilement réalisable par le propriétaire à la maison pour détecter la venue de la mise bas. Il est alors conseillé aux propriétaires de réaliser au minimum deux à trois prises de température rectale par jour, matin, midi et soir, afin de ne pas passer à côté d'une variation courte. Les modalités de prise de température rectale doivent bien être expliquées au propriétaire afin que les biais de mesures ne soient pas responsables d'une chute de température mesurée, comme indiqué dans la 2^e partie.

6. Chute de progestérone

Comme décrit précédemment, la mise-bas fait suite à une chute de la progestérone. Une méthode pour déterminer le moment de la mise bas est de doser la progestérone. Celle-ci chute brusquement environ 24 à 48h avant la venue du premier chiot. Le taux de progestérone dans le plasma est élevé au cours de la gestation, mais commence à diminuer pendant le dernier tiers, atteignant un plateau variant entre 3 et 16 ng/mL. Avec une moyenne de 4,5 ng/mL à 5 jours du part. [17] A la suite de ce plateau, la concentration plasmatique en progestérone chute dans les 12 à 48h précédant le part, comme on peut le constater sur la Figure 8. En moyenne, on peut considérer que ces concentrations sont à 2.9 ng/mL 48h avant la venue du premier chiot et à 1.6 ng/mL 24h avant. L'utilisation des kits de dosage rapide de la progestérone par technique ELISA peut suffire à la détermination du moment de mise-bas. Il a été prouvé que lorsque le test semi-quantitatif indique une valeur « haute », la mise-bas n'est pas imminente (en moyenne 5 jours restants), en revanche, une valeur « basse » permet d'affirmer que le part aura lieu dans les 24 à 48 prochaines heures. Les valeurs intermédiaires donnent peu de renseignements. [29]

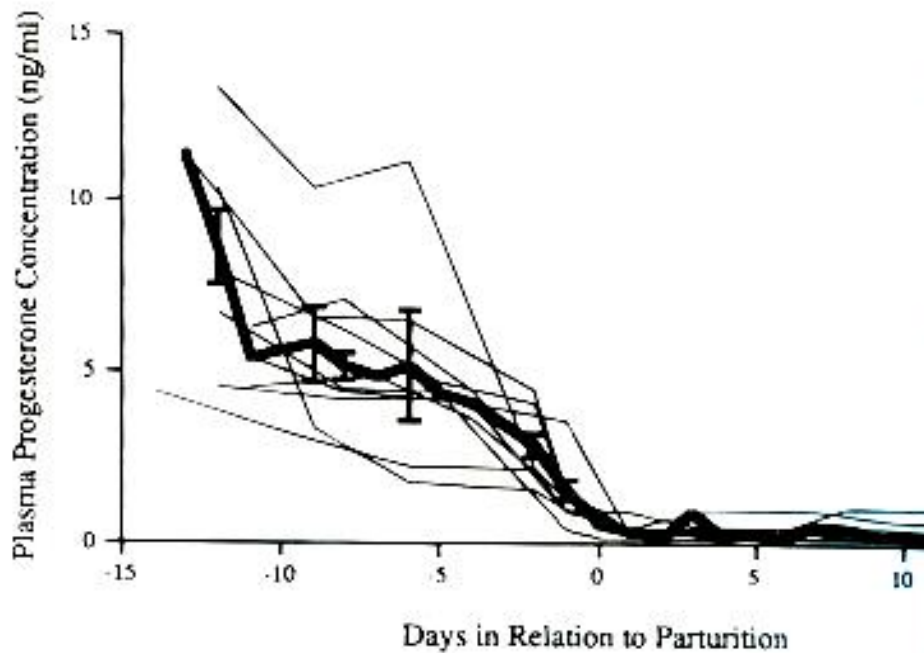


Figure 8 : Chute de progestérone précédant la mise-bas d'après ENGLAND et *al.*, 1996

C. Indications à la césarienne

1. Césariennes programmées

De nombreuses indications à la césarienne existent. La décision de réaliser ou non une césarienne doit être prise le plus tôt possible avant le début du travail. En effet, lorsque la césarienne est programmée à l'avance, le pronostic pour la chienne et les chiots est meilleur que si elle est décidée en urgence, d'autant plus si le travail a commencé. Parmi les critères incitant à la décision d'une césarienne, certains sont connus dès le diagnostic de gestation, d'autres nécessitent un suivi de gestation attentif. Les chiennes qui présentent un ou plusieurs des critères suivant peuvent nécessiter une césarienne programmée :

- Chienne nullipare de plus de 6 ans
- Portée de deux chiots ou moins
- Races brachycéphales
- Chienne ayant un antécédent de dystocie
- Chienne ayant des antécédents familiaux de dystocie
- Accès difficile aux soins d'urgences
- Chiots de très grande valeur

Dans tous les cas, la question de la césarienne sera à envisager pour chaque gestation et à considérer avec le propriétaire. Une radiographie de fin de gestation peut être nécessaire pour la décision, notamment pour comparer les diamètres des têtes fœtales à la largeur de la filière pelvienne de la mère. L'échographie de fin de gestation va permettre de savoir si les fœtus sont toujours vivants et la radiographie de s'assurer de leur nombre. Ces informations

peuvent avoir une incidence importante sur la conduite à tenir par la suite, et notamment sur les protocoles anesthésiques utilisables sur la chienne. [66]

Pour que la césarienne soit optimale pour la chienne et les chiots, il faut la prévoir le plus près du terme possible pour avoir une bonne maturation des chiots, tout en évitant de la faire une fois que le travail a commencé. Pour cela, il est important de pouvoir évaluer la date du terme avec précision. La situation idéale serait de pouvoir programmer la césarienne 63 jours après le pic de LH, ce qui permettrait une bonne organisation, mais comme mentionné dans les parties précédentes, cette information n'est pas disponible en cabinet vétérinaire. Il est donc généralement plus facile de se reposer sur d'autres méthodes. Si la date de fécondation n'est pas connue, des échographies et radiographies seront réalisées en fin de gestation afin d'affiner la période de mise-bas probable. Une fois ce travail de dégrossissement réalisé, deux suivis peuvent être réalisés à l'approche du terme :

- Suivi de la concentration plasmatique en progestérone : il est conseillé de programmer la césarienne dès que la progestérone atteint des concentrations plasmatiques inférieures à 2 ng/mL. Lorsqu'un dosage quantitatif est réalisable, le seuil de 5 ng/mL semble plus adapté, si la chienne montre par ailleurs des signes cliniques favorables (sécrétions lactées, pertes vulvaires, chute de température...) Le suivi se fait alors par prises de sang, tous les 1 à 2 jours et peut se faire à l'aide de kits rapide ELISA semi-quantitatifs ou par un automate (dosage quantitatif). [9]

- Suivi de la température rectale : les propriétaires peuvent réaliser eux même les prises de température, deux à trois fois par jour, et prévoir la césarienne lorsque la température est inférieure à 37.2 °C. Cette chute de température étant la conséquence directe de la chute de progestérone, les deux événements doivent coïncider à quelques heures près.

En cas de doute concernant la programmation de la césarienne, on réalisera l'examen du col de l'utérus et du vagin à l'aide d'un vaginoscope et d'un speculum de 24 cm. On attendra de voir une dilatation du col ou des annexes fœtales pour décider d'opérer. [66]

2. Dystocies

Une dystocie est la difficulté à mettre bas par les voies naturelles. Une dystocie peut être liée à différents facteurs. Parmi les dystocies d'origine fœtale, les causes peuvent être : un fœtus unique et donc souvent trop gros, un fœtus anasarque ou hydrocéphale, une monstruosité, une présentation anormale du fœtus (présentation transverse en général), ou présentation simultanée de deux fœtus. Certaines dystocies peuvent être d'origine maternelle : une obstruction liée à une cicatrice de fracture pelvienne, de tumeur vaginale ou à un rétrécissement vaginal, un environnement maternel mal adapté ou encore une chienne trop nerveuse. Enfin, la dernière grande cause de dystocie est l'atonie utérine. L'atonie utérine primaire est l'incapacité de l'utérus à se contracter ou à se contracter de façon organisée. Cela mène généralement à des pertes fœtales dues au décrochement du placenta si l'intervention est trop tardive. Cela concerne principalement les petites ou les grandes portées, les chiennes en

hypocalcémie ou les torsions utérines. L'atonie utérine secondaire est liée à l'épuisement du myomètre. L'utérus ne répond alors plus aux injections d'ocytocine et le réflexe de Fergusson ne s'applique plus. L'épuisement utérin fait souvent suite à une trop grande portée, des efforts trop longs liés à un gros fœtus, à une hypocalcémie ou à un surdosage en ocytocine. [66]

Lorsque le diagnostic de dystocie a été établi à l'aide du **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, un examen clinique rapide et complet doit être réalisé avant de commencer la césarienne dès que possible. En effet, les morts fœtales augmentent rapidement lorsque le stade 2 du travail a commencé. Il est donc important de prévenir les propriétaires que le pronostic peut être très réservé pour les chiots, voire même pour la chienne. Une rapide échographie avant l'opération permettra d'évaluer la détresse fœtale et la présence ou non de fœtus vivants.[66]

Critères de diagnostic de dystocie
Gestation prolongée lorsque la date d'ovulation et connue
Gestation de 72 jours après la saillie
Efforts infructueux et continus pendant 1h
Pertes vaginales vertes ou noirâtres avant l'expulsion du 1 ^{er} chiot
Repos de plus de 3h entre l'expulsion de deux chiots
La chienne expulse des chiots mort-nés
La chienne semble malade ou en détresse

DEUXIEME PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA TEMPERATURE
CORPORELLE A LA MISE BAS CHEZ LA CHIENNE ET DES DIFFERENTS
DISPOSITIFS MIS A DISPOSITION

Comme cela a été expliqué dans la partie précédente, la détermination du moment de la mise-bas, et donc d'une éventuelle césarienne peut se révéler difficile à prévoir avec exactitude chez la chienne. La prise de température rectale régulière est une des méthodes les plus simples et faciles à réaliser en pratique. Cependant, pour un meilleur suivi il faudrait prendre au minimum 3 températures rectales par jour, ce qui peut engendrer un phénomène de stress, et ainsi altérer la température centrale et donc le suivi de celle-ci. Nous allons étudier ici sa fiabilité et les différents dispositifs qui peuvent être utilisés par le praticien et le particulier pour réaliser ce suivi de température.

I. Données actuelles sur la variation de la température corporelle à la mise-bas

A. Données chez la chienne

Différentes études ont essayé de mettre en évidence une baisse de la température rectale avant la mise-bas. TSUTSUI et *al.*, [69] ont probablement fait les recherches les plus précises. Ils ont étudié 45 mises bas de chiennes, en prenant des températures rectales minimum 3 fois par jour et jusqu'à toutes les heures à l'approche de la mise bas, afin d'essayer de corrélérer la température rectale et l'heure de mise bas. D'après cette étude, il ne fait aucun doute qu'il y ait une chute de température avant la mise bas en moyenne 11,5h, avec une variabilité allant de 3h à 25h, avant le début du part. Les températures minimales atteintes se situent généralement entre 36,4°C et 37,5°C. Ce que cette étude a permis de mettre en évidence, c'est surtout que lorsque la température rectale de la chienne descend en dessous de 37,5°C, la mise bas a lieu 21,5h après +/- 50 minutes, comme on peut le constater sur la Figure 9. [52] Il semblerait que la chute de température soit d'au moins 1°C et se produise environ 14h après la chute du taux de progestérone en dessous de 1 ng/mL. Il est d'ailleurs recommandé que les propriétaires prennent au minimum 2 températures rectales par jour afin de pouvoir objectiver cette chute de température.

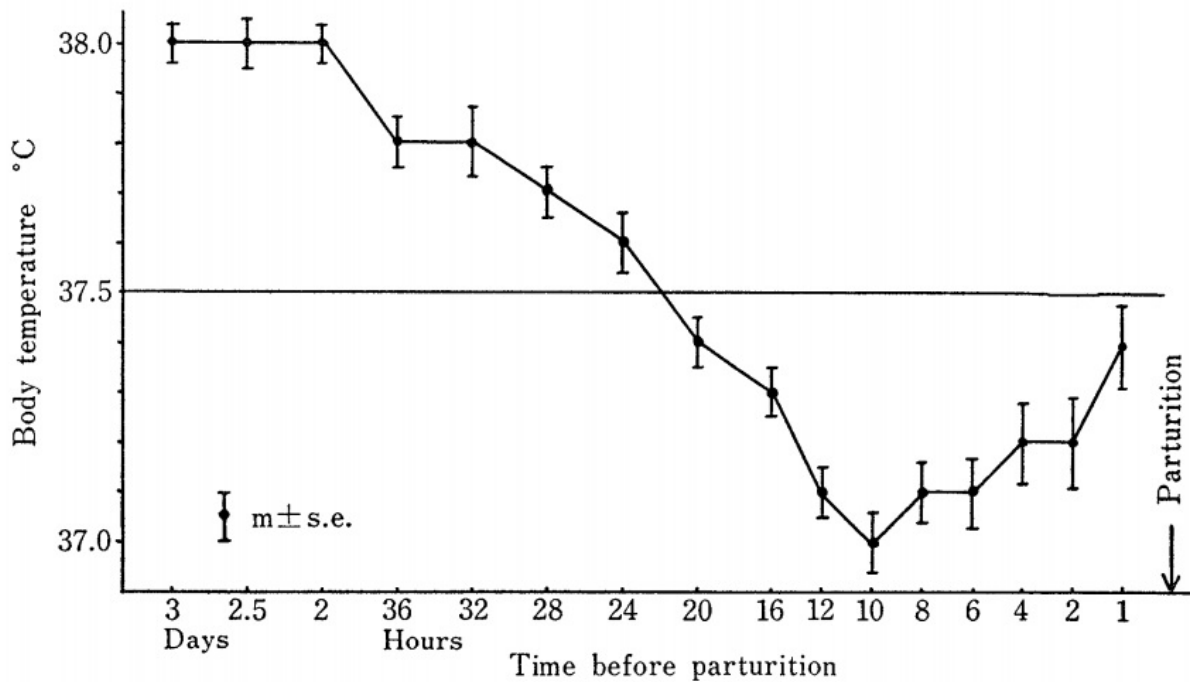


Figure 9 : Chute de température rectale avant la mise-bas d'après TSUTSUI et *al.*, 1982

Cependant, cette baisse de température avant la mise-bas est controversée par certaines études. LONG et *al.*, en 1978 [47] ont réalisé une étude sur des chiennes en fin de gestations en les examinant 3 fois par jours (les heures d'examen ne sont pas données) avec une prise de température rectale à chaque examen. Ils affirment qu'il existe une trop grande variabilité individuelle pour que ce paramètre soit utilisé seul pour la détection de la mise-bas. Ils préconisent un bon examen physique de la chienne afin de détecter le relâchement du pelvis et des muscles abdominaux, et d'observer les changements de comportement de la chienne (perte d'appétit, formation d'un nid...). Dans leur étude, VERONESI et *al.*, [71] ne trouvent aucune différence statistique de la température rectale des chiennes dans les 48h précédant la mise-bas. Cependant son étude ne porte que sur 7 mises-bas à raison de deux prises de températures par jour réalisées à 9h et 14h. Les résultats sont donc discutables, mais permettent de confirmer la difficulté de saisir la chute de température en pré-partum, notamment par le propriétaire. En revanche, il a très bien réussi à mettre en évidence l'augmentation de la température corporelle après la mise-bas, comme on peut le constater sur la Figure 10.

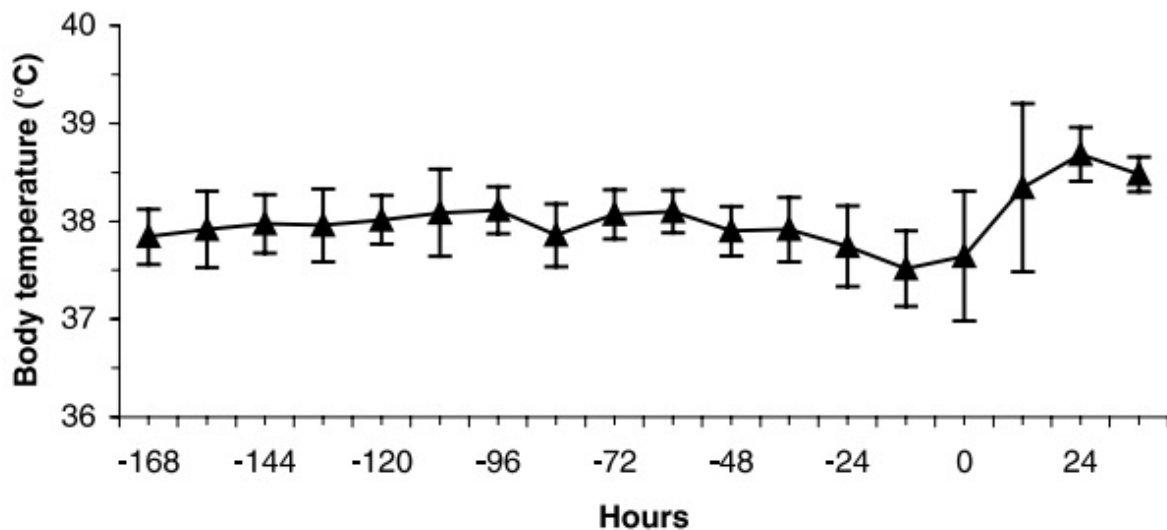


Figure 10 : Variations de la température rectale en *péri-partum* d'après VERONESI et *al.*, 2002

B. Données chez les autres mammifères

Le phénomène de chute de la température chez les autres mammifères est assez peu étudié actuellement, du fait qu'il existe d'autres moyens pour détecter la mise-bas, plus adaptés aux conditions d'élevage de ces espèces.

1. La jument

La chute de température rectale chez la jument en *pré-partum* est assez peu documentée. CROSS et *al.*, en 1992, ont démontré qu'il y avait une chute de la température rectale de la jument qui commençait 4h avant la mise-bas par une chute de 0.76°C, pour atteindre un minimum de température dans l'heure de la mise-bas à la température de 36.58°C. Cette chute de température est rapidement compensée par une augmentation en *post-partum* immédiat. [23] Cependant, dans leur travail, AMMONS et *al.*, en 1989 n'avaient trouvé aucune variation de température significative en *péri-partum*, en prenant des mesures de température toutes les 6h. [1] En conclusion, il existe certainement une chute de température à l'approche du part chez la jument, mais celle-ci semble être de très courte durée, de faible amplitude et très proche du moment de la mise-bas. Ces paramètres expliquent que le suivi de la température rectale ne soit pas réalisé sur les juments à l'approche du terme : cela demanderait un monitoring très régulier, pour un résultat peu utile étant donné que d'autres paramètres beaucoup moins subtils entrent en jeu dans les heures précédant le part.

2. La vache

Les variations de température corporelle au cours du cycle sexuel sont bien connues chez la vache. Le jour de ses chaleurs, la température corporelle de la vache augmente, alors que l'on constate une baisse de la température lorsque le part est imminent. [77] Dans cette espèce, de nombreuses études visent à remplacer la température rectale par la température vaginale. En effet, il est assez aisé de poser un dispositif de prise de température continue et de le laisser à demeure dans le vagin de la vache. Dans leur étude, BURFEIND et *al.*, ont cherché à comparer la chute de température rectale et vaginale lors de la mise-bas chez la vache. Dans les deux cas, on constate une baisse de température le jour du vêlage. La température rectale diminue de 0.3 à 0.6°C tandis que la température vaginale baisse de 0.2 à 0.7°C. L'évaluation de la température rectale semble donc plus précise pour détecter l'arrivée de la mise-bas chez la vache [12], cependant la comparaison entre les deux techniques montre une très bonne corrélation. [73]

AOKI et *al.*, en 2005 ont réalisé une étude intéressante sur la température vaginale de la vache lors de la mise-bas, et leur comparaison avec le cycle naturel de la vache. Ils récoltent des températures en continu à l'aide d'un dispositif intra-vaginal adapté. Afin d'exploiter ces données au mieux, ils comparent deux méthodes pour analyser leurs données. La « méthode du maximum/minimum » consiste à affirmer qu'il y a une chute de la température vaginale si les extremums diminuent chacun d'au moins 0.3°C (valeur à choisir selon la précision souhaitée). La deuxième méthode, celle de « la même heure », consiste à comparer deux à deux les températures à un instant donné le jour J et le jour J-1. Si les valeurs obtenues le jour J sont inférieures d'au moins 0.3°C à celles de la veille pendant 3h consécutives, on considère qu'il y a une chute de la température vaginale. [2]

En conclusion, la vache présente elle aussi une chute de la température rectale et vaginale dans les 24h précédant la mise-bas. Cependant, là encore ce paramètre est très peu retenu dans l'élevage. Probablement du fait de la lourdeur du dispositif et de l'analyse nécessaire à la détection de cette baisse de la température corporelle.

3. La brebis

Très peu de données sont disponibles sur la brebis. WINFIELD et *al.*, en 1975 ont montré une chute de température autour de 39.2°C 48h avant l'agnelage en ne prenant qu'une seule prise de température par jour sur plus d'une centaine de brebis. [76] La plupart des autres études cherchent à observer la température en *post-partum* immédiat dans l'objectif de détecter précocement des affections de type métrite, rétention placentaire etc....

C. Mécanismes à l'origine de la chute de température lors de la mise-bas

Les mécanismes exacts à l'origine de la chute de température de la chienne dans les 24h précédant la mise-bas ne sont pas vraiment connus à ce jour. Des études ont été réalisées afin d'essayer de reproduire cette chute de température. En 1977, CONCANNON *et al.*, ont constaté une chute de la température rectale de la chienne en phase lutéale après injection de prostaglandines $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). La baisse de température constatée est synchronisée avec la chute de progestérone comme le montre la Figure 11. La différence de température constatée varie selon les chiennes entre $0.62^{\circ}C$ et $2.28^{\circ}C$ avec une moyenne à $1.39^{\circ}C$. Les températures minimales sont atteintes en moyenne 45 à 60 minutes après l'injection de $PGF_{2\alpha}$. La chute de température est donc rapide, importante et de courte durée, contrairement à ce qui est constaté lors de la mise-bas. L'hypothèse avancée est que la chute de progestérone étant plus brusque que lors de la mise-bas, la chute de température l'est tout autant, mais les mécanismes compensatoires se mettent aussi en place plus rapidement. De plus, l'injection de $PGF_{2\alpha}$ selon le même protocole sur des chiennes ovariectomisées n'a montré aucune chute de température (voir Figure 12). On peut donc conclure que la chute de température engendrée par l'injection de $PGF_{2\alpha}$ est liée à l'activité ovarienne et à sa sécrétion de progestérone. [21]

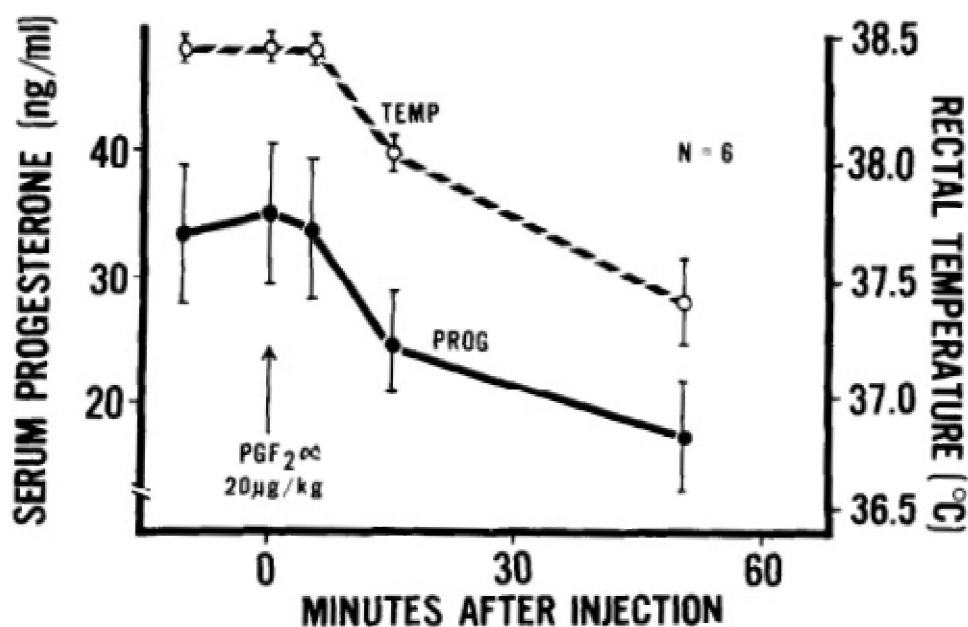


Figure 11 : Variation du taux de progestérone plasmatique et de la température rectale après injection de $PGF_{2\alpha}$ sur des chiennes en métœstrus, d'après CONCANNON *et al.*, 1977

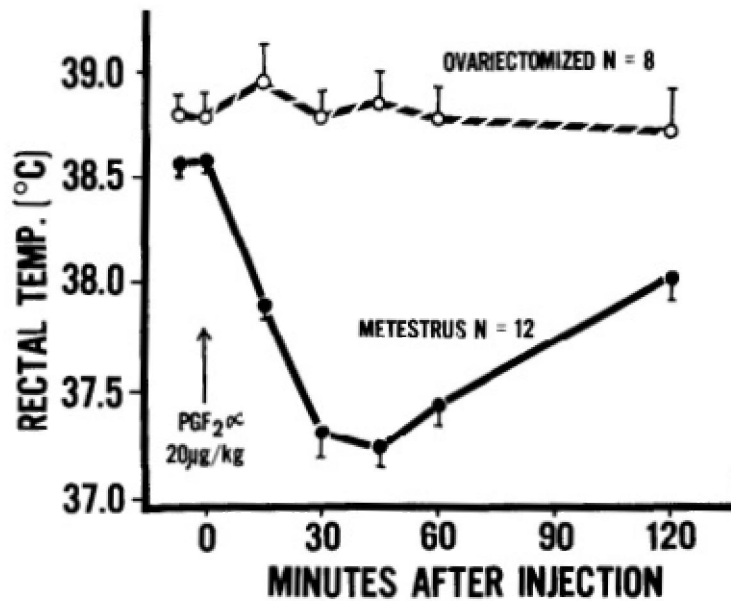


Figure 12 : Conséquences d'une injection de $\text{PGF}_2\alpha$ sur la température rectale chez des chiennes en métœstrus et des chiennes ovariectomisées, d'après CONCANNON et *al.*, 1977.

Une autre étude réalisée par CORRADA et *al.*, a mis en évidence une chute de température à la suite d'injection d'aglépristone. L'aglépristone est un antagoniste de la progestérone : elle vient se fixer aux récepteurs à la progestérone avec plus d'affinité que cette dernière et empêche ainsi son activité. Cette molécule est couramment utilisée pour provoquer un avortement chez la chienne. Dans cette étude, une chute de température rectale est systématiquement constatée 24h après le début du traitement (Figure 13). Il est important de noter que la chute de température n'est pas corrélée avec le succès ou non de l'avortement. Les auteurs suggèrent donc que c'est l'action de la progestérone sur l'hypothalamus et le système nerveux central qui est à l'origine de cette variation de température. [22]

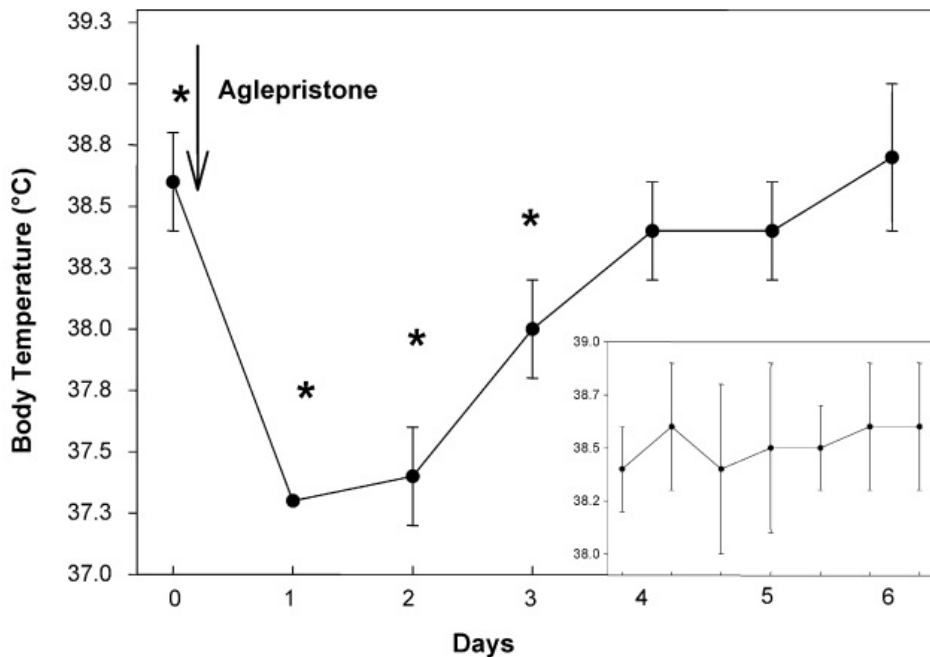


Figure 13 : Variation de la température rectale après injection d'aglépristone chez la chienne gestante, d'après CORRADA et al., 2005.

Dans l'encadré, les variations de température rectale chez des chiennes n'ayant reçu aucun traitement. Les astérisques correspondent à des valeurs significativement différentes des chiennes traitées.

II. Dispositifs de mesure de température et leur efficacité en médecine vétérinaire

La température corporelle est une variable physiologique fondamentale influencée par de nombreux paramètres. Elle est la résultante de variations exogènes et de régulations endogènes. Que ce soit pour la recherche biologique, pour les cycles de reproduction ou bien dans la pratique d'un examen clinique complet, le monitoring de la température corporelle est souvent recherché. Cependant, la mesure de la température corporelle la plus précise possible est une problématique récurrente que ce soit en médecine vétérinaire ou humaine. [13, 41] Nous allons détailler les différents dispositifs à portée du praticien et du chercheur pour mesurer la température corporelle de nos animaux domestiques.

A. Mesure de référence de la température corporelle chez l'animal

Afin d'obtenir la vraie température centrale d'un animal, il faudrait la mesurer au niveau des centres thermorégulateurs de l'hypothalamus, ce qui est impossible. La température mesurée au niveau de l'artère pulmonaire est donc considérée comme la plus représentative de la température centrale. [51] La température dans l'artère fémorale est aussi un bon moyen de suivre la température corporelle : les autres mesures étant moins précises et

moins adaptées pour des soins intensifs. [39] Ces mesures étant très invasives et non réalisables en pratique courante, elles sont uniquement utilisées dans le domaine de la recherche, principalement pour évaluer de nouvelles méthodes de mesure de température.

Pour que la mesure de la température soit optimale, différentes contraintes sont applicables, et peuvent parfois être difficiles à concilier. Notamment, la mesure la plus précise et fiable est toujours recherchée, tout en étant le moins invasive possible. Le site de mesure doit donc être bien vascularisé et isolé de l'air extérieur. Il doit aussi être adapté au type d'affection présenté par l'animal. La mesure continue de la température est souvent souhaitable afin de pouvoir observer certaines variations. Pour cela, l'état thermique de l'animal doit pouvoir être reflété en temps réel. [13, 51] Les principaux dispositifs utilisés en médecine et en recherche vétérinaires sont exposés ci-dessous.

Enfin, de nombreux facteurs peuvent affecter la température corporelle, tels que le stress, l'absorption de certaines substances, l'alimentation (augmentation de température pouvant atteindre jusqu'à 0.5°C 3 à 4h après le repas), le cycle sexuel, l'activité physique ...etc. Il est donc recommandé, pour un suivi de la température le plus précis possible, de prendre la température dans les mêmes conditions, au repos, à distance d'un repas, dans la même position. A titre d'exemple, il est souvent conseillé en médecine humaine de prendre la température au réveil. [51]

B. Température rectale

1. Principe de la mesure

L'ampoule rectale est irriguée par les artères hémorroïdales. La température rectale est donc le reflet du débit moyen de sang au niveau de ces artères, qui est lui-même influencé par la vasomotricité. [53]

Cette mesure est certainement la plus utilisée en médecine vétérinaire, elle en vient même à être banalisée. Cependant, quelques précautions sont à prendre pour avoir une mesure précise et fiable. Il faut en effet bien prendre la température rectale et non la température anale. Pour cela, il suffit d'enfoncer suffisamment le thermomètre dans le rectum. Chez l'homme, il est recommandé d'enfoncer le capteur de 7 à 8 cm dans le rectum, ce qui n'est pas forcément très bien toléré. [53]

Historiquement, la température rectale était prise à l'aide d'un thermomètre à mercure. [58] Ce type de thermomètre présentait de nombreux inconvénients avec un risque majeur pour la sécurité du patient. Depuis, différentes technologies ont été mises au point. Les plus couramment utilisés sont les thermomètres électroniques à affichage digital.

2. Fiabilité et biais de mesure

Certains facteurs peuvent affecter la température rectale mesurée. Le degré de pénétration du thermomètre dans le rectum est le principal facteur influençant la température mesurée. [11, 54] L'inclinaison du thermomètre ne semble pas affecter la mesure de

température de façon significative. [54] Il est tout de même conseillé d'incliner le thermomètre afin qu'il soit directement en contact avec la muqueuse rectale et non dans les selles. BURFEIND et *al.*, ont montré dans leur étude que la répétabilité de la mesure de température rectale est très bonne avec un même opérateur ou avec deux opérateurs différents. Cependant, il est nécessaire que chaque opérateur applique correctement le bon protocole. [11] La présence de fèces n'a pas influencé les mesures de température dans cette étude, cependant certains auteurs estiment que leur présence peut avoir un impact sur la mesure de température et sous-évaluer celle-ci. [3, 11, 38]

La température rectale est la température la plus élevée que l'on puisse mesurer. Cette particularité est commune à tout le tractus digestif : une élévation de la température de 0.2°C en moyenne est constatée en comparaison avec celle de l'artère pulmonaire. Certain impute cette différence de température à une production locale de chaleur liée à la prolifération bactérienne, d'autres l'expliquent par la variation des flux sanguins au niveau de la muqueuse intestinale. [51] L'autre particularité de la température rectale est son inertie. Du fait de la grande quantité d'air qu'il contient, la température rectale reste plus élevée en cas d'hypothermie que la température œsophagienne. [37, 51]

3. Avantages et inconvénients de la méthode

La prise de température rectale est un acte facile à expliquer à un particulier. Il nécessite un matériel peu onéreux et dure seulement une à deux minutes. La mesure obtenue est une des mesures les plus fiables parmi celles qui sont peu invasives. L'inertie que présente la température rectale face à une variation de température corporelle est acceptable et ne limite en rien son utilisation pour la reproduction de la chienne. [37]

Bien que la mesure soit peu invasive, elle peut présenter quelques risques, bien qu'assez rares : ce sont essentiellement des risques de perforation de l'ampoule rectale. En cas de lésion locale, de chirurgie de la région péri-anale ou en cas de diarrhée, la prise de température rectale est déconseillée. Enfin, la tolérance des animaux pour cette technique est très variable d'un individu à l'autre. Cela peut mettre en danger l'opérateur et provoquer un stress important chez l'animal. Il est conseillé de prendre la température au même moment de la journée pour un bon suivi. Hors, la contention engendre un stress par anticipation qui va augmenter la température mesurée, pouvant éventuellement cacher ainsi une diminution de la température corporelle. [27] Enfin, bien que facile à expliquer, la technique de prise de température rectale est rarement correctement effectuée par le propriétaire soucieux de l'inconfort de son animal.

C. Température tympanique

1. Principe de la mesure

La thermométrie tympanique mesure les radiations infrarouges émises par tout objet dont la température est supérieure à 0°K. Cette technique permet de mesurer la température

émise par la membrane tympanique, sans contact direct avec le tympan. On considère que le tympan et l'hypothalamus sont irrigués par le même sang artériel : la température mesurée est donc la température centrale. L'avantage de cette mesure est sa variation en temps réel. [53]

2. Fiabilité et biais de mesure

En médecine humaine, cette technique de prise de température donne de très bons résultats, avec des températures très proches de la température centrale, et une bonne répétabilité de la mesure. [3, 53]

Cependant, en médecine vétérinaire, bien que les avis divergent, la majorité des auteurs estiment que la thermométrie infrarouge présente trop d'écart avec la température prise comme référence (température centrale ou rectale). La répétabilité de la mesure est assez discutée elle aussi. [3, 14, 38, 39]

Différents facteurs peuvent être source d'erreurs lors de la prise de température. L'orientation du thermomètre doit être adaptée, avec un redressement du conduit auditif afin de permettre au capteur de faire face à la membrane tympanique. Pour une bonne prise de température, les thermomètres vétérinaires sont à privilégier car ils sont mieux adaptés à la forme de l'oreille. La difficulté à introduire le dispositif de manière correcte dans le conduit auditif est à l'origine d'une variabilité importante entre opérateurs. Dans leur étude, GONZALES *et al.*, ont montré que l'utilisation de la thermométrie tympanique chez des chiens atteints d'otite externe ne présente pas de variation significative. Ainsi, il semblerait que la présence de cérumen n'affecte pas la mesure et que l'inflammation locale ne soit qu'un facteur mineur de variation. [3, 36]

3. Avantages et inconvénients de la méthode

Les avantages majeurs de cette technique de mesure sont : sa rapidité, sa bonne tolérance auprès des animaux et le faible risque traumatique pour l'opérateur ainsi que pour l'animal. Ces qualités en font une méthode peu stressante pour l'animal. Cependant, la mesure obtenue avec un tel dispositif est peu fiable en médecine vétérinaire. Enfin, son coût et sa disponibilité sont moins avantageux que ceux d'un thermomètre rectal. [3, 53]

D. Dispositifs télémétriques de mesure de températures

Depuis plus de 50 ans, des dispositifs télémétriques ont été mis au point chez de nombreuses espèces pour mesurer la température à différents endroits. Ces dispositifs ont été initialement conçus pour la recherche biomédicale mais depuis, les technologies se sont améliorées et sont utilisées plus largement avec notamment certains dispositifs disponibles à la vente au particulier. Leur champ d'application est en permanence élargi et leur utilisation et leur prix sont de plus en plus abordables. [13]

1. Principe de la mesure, fiabilité et biais de la méthode

Les différents types de capteurs qui existent sont de taille et de forme variables selon les laboratoires qui les fabriquent. Leurs lieux d'implantations dépendent aussi des protocoles suivis par les laboratoires et les chercheurs. Tous les capteurs sont testés auparavant pour leur innocuité et sont stérilisés avant d'être commercialisés. Les capteurs peuvent avoir une capacité de mémoire qui fonctionne alors avec une batterie, ou bien simplement émettre les données collectées afin qu'elles soient collectées par un appareil situé à proximité.

a. Capteurs thermiques sous-cutanés

Des études récentes utilisent des capteurs thermiques placés en sous-cutané chez le lapin de laboratoire [14], chez le chat [60] ou encore chez le chien [38].

Dans les études sur le chat et le lapin [14, 60], une puce semblable a été utilisée. Il s'agit d'une puce de petite taille (14x2mm), qui se présente sous la même forme qu'une puce d'identification électronique. Sa mise en place est facilitée grâce au dispositif dans lequel elle est fournie, elle ne nécessite donc qu'une contention de l'animal afin de lui « injecter » la puce en sous-cutané, comme c'est le cas lors de l'identification électronique. Aucune sédation ou anesthésie n'est donc nécessaire pour l'implantation de la puce, quel que soit l'espèce animale concernée. Le laboratoire préconise d'implanter la puce entre les omoplates et garantit son bon ancrage. Le capteur ne contient aucune batterie ni mémoire. La récupération des données se fait donc en direct, à l'aide d'un lecteur adapté, placé à proximité de l'animal, qui donne la température actuelle de la puce électronique. [8] Le même genre de puce a été utilisé sur le chien par GREER et *al.*

CHEN et *al.*, et QUIMBY et *al.*, ont montré dans leurs études que l'implantation d'une telle puce en sous-cutané donne des températures fiables comparées à la température rectale respectivement chez le lapin [14] et chez le chat. [60] De plus, le système est simple d'utilisation, ne requiert aucune contention pour l'animal et ne présente aucun biais de lecture.

Dans leur étude sur le chien, GREER et *al.*, comparent des mesures de température sous-cutanée à différents endroits : entre les omoplates, latéralement à l'épaule (pour simuler la migration de la puce) ou en région sacrale. Ces températures étaient comparées à la température centrale des chiens, mesurée au travers de la température de l'artère pulmonaire. Les capteurs utilisés sont peu détaillés mais sont disponibles à la vente au particulier en Europe depuis 2004. Comme dans les études précédentes, la température est lue par le passage d'un lecteur à proximité de l'animal. Les résultats obtenus divergent selon la localisation du capteur. Lorsqu'il est placé en région inter-scapulaire (comme recommandé par le fabricant), les températures mesurées sont plus fiables. Enfin, l'auteur conclut en précisant que la mesure de la température rectale est l'outil le plus fiable pour détecter une hypothermie ou une hyperthermie chez le chien. [38]

b. Capteurs thermiques intra-péritonéaux

Les capteurs thermiques intra-péritonéaux sont principalement utilisés chez les rongeurs, dans un cadre de recherche. En effet, l'implantation du dispositif nécessite une laparotomie sous anesthésie générale pour insérer le capteur dans la cavité abdominale. Les dispositifs ANIPILL® et JONAH® présentent une bonne fiabilité des mesures. L'inconvénient majeur de ces capteurs est l'acte chirurgical qui est nécessaire et peut être assez délétère sur de petits animaux. En revanche, c'est un système très fiable par la suite pour obtenir un grand nombre de données sans manipulation. En dehors de l'acte chirurgical, aucun signe de rejet ou de réaction quelle qu'elle soit au niveau des tissus n'a pu être observé. Les dispositifs utilisés dans ce cas sont des capteurs avec mémoire et batterie internes. [13]

Chez l'humain, un dispositif similaire aux capsules ANIPILL® existe. Son utilisation se fait par ingestion de la capsule. La température ainsi prise est celle du tube digestif, pendant la durée de transit du capteur. [13]

c. Capteurs thermiques intra-vaginaux

Les capteurs intra-vaginaux ont été rapidement utilisés chez la vache, avec une mise en place relativement aisée. [46] A ce jour, les dispositifs utilisés pour prendre la température intra-vaginale consistent en une sorte de Y en plastique, similaires à ceux utilisés pour la synchronisation des chaleurs, mais dépourvus de toute molécule. Le capteur de température est placé à l'extrémité antérieure du vagin (voir Figure 14). Il n'est cependant pas rare que le dispositif tombe, que ce soit chez la vache ou chez la chienne. Cela conduit alors à une baisse brutale de la température mesurée et il est nécessaire de réintroduire le dispositif après l'avoir nettoyé. [10, 46, 50]

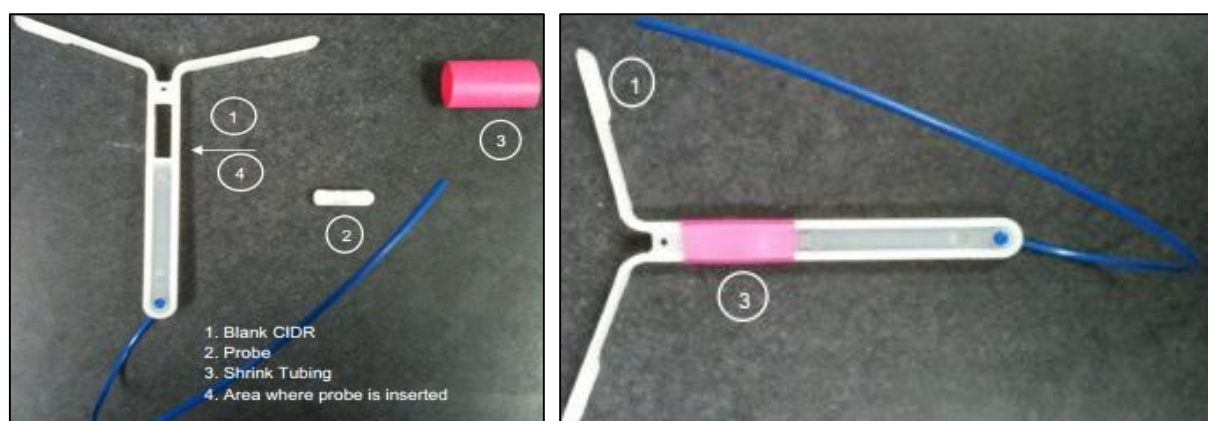


Figure 14 : Exemple de dispositif intravaginal d'après BURDICK et *al.*, 2011.

La température vaginale est fortement corrélée à la température rectale, avec une mesure légèrement inférieure à la température rectale. La réponse à une variation de température apparaît dans les mêmes délais que ce soit pour la température rectale ou vaginale. [10] Une très bonne corrélation des données a aussi pu être mise en évidence chez la chienne. [50]

L'influence du dispositif au niveau vaginal a été étudiée uniquement chez la chienne. Les tissus ne présentaient aucune lésion macroscopique au retrait du dispositif sous endoscopie. En revanche, les frottis vaginaux réalisés après le retrait du dispositif témoignent d'une importante augmentation du nombre de granulocytes neutrophiles en comparaison du frottis précédant la mise en place des sondes de température : le processus entraîne donc une vaginite. Le dispositif pourrait donc être remis en question quant à son utilisation dans le cadre d'un suivi pour la reproduction. [50]

2. Avantages et inconvénients de la méthode

En comparaison avec des techniques conventionnelles, le monitoring par radiotélémétrie présente de nombreux avantages tels que la réduction du stress lié à la contention : une fois que le dispositif est mis en place il n'est plus nécessaire de réaliser une contention de l'animal pour récupérer les données. Ces méthodes sont donc plus acceptables d'un point de vue éthique. On constate aussi la diminution voir l'élimination des artéfacts liés à la contention de l'animal et au stress qu'elle induit. Des données peuvent être collectées tout au long de la journée et de la nuit de façon automatique, à intervalles réguliers, sans l'intervention de l'homme. Enfin, dans le cadre de la recherche, ces dispositifs permettent de réduire le nombre d'animaux utilisés. [43]

En revanche, ces techniques présentent aussi certains aspects négatifs. Selon l'endroit d'implantation et la taille du dispositif, une chirurgie peut être nécessaire, plus ou moins invasive. La récupération des données nécessite une communication de faible portée entre le lecteur et la puce. Les dispositifs sont donc plus adaptés à des lieux confinés. Le matériel nécessaire à la récupération et au traitement des données ainsi que les capteurs sont d'un coût nettement supérieur aux autres dispositifs étudiés précédemment, d'autant plus qu'il est nécessaire d'avoir un capteur par animal étudié. De plus, la plupart de ces dispositifs nécessite d'être validée dans chaque nouveau champ d'application. [43]

Deux grands types de capteurs existent actuellement. Certains enregistrent les données à intervalles réguliers, il faut alors collecter les données à l'aide d'un moniteur adapté pour les récupérer. Ces capteurs sont souvent de plus gros format afin de stocker les données, ce qui est un inconvénient majeur. D'autre part ils fonctionnent avec une batterie qui a nécessairement une durée de vie limitée. En revanche, ils présentent l'avantage non négligeable de pouvoir collecter les données à intervalle régulier sans intervention humaine, de façon automatique. D'autres types de capteurs consistent simplement en une petite puce électronique qui a uniquement le rôle de capteur, sans aucun stockage de données. L'avantage

réside dans la taille du dispositif et sa longévité. En revanche, il est nécessaire d'approcher le moniteur de la puce pour collecter une nouvelle donnée.

TROISIEME PARTIE : ESSAI DE DETECTION DE LA MISE-BAS CHEZ LA CHIENNE AU MOYEN D'UNE CAPSULE ANIPILL® PLACEE SOUS LE MUSCLE

Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes, le suivi de la courbe de température est un élément clé pour prévoir précisément la mise-bas, notamment pour programmer une césarienne. Cependant, les résultats d'études ne sont pas tous d'accord entre eux, et l'on observe que dans la plupart, les températures ne sont relevées que 2 à 3 fois par jour, manuellement. Afin d'éviter le stress lié à la contention et pour pouvoir obtenir le maximum de données, de nouveaux dispositifs de capteurs thermiques associés à une transmission à distance peuvent être utilisés. Dans notre essai expérimental, nous avons cherché à obtenir une courbe de température autour de la mise-bas de la chienne, en utilisant un capteur thermique ANIPILL®.

I. Matériel et méthodes

A. Animaux

Sept chiennes Beagle âgées de 1 à 9 ans du service de Biotechnologie et Pathologie de la Reproduction d'ONIRIS ont participé à notre essai expérimental. Les chiennes pèsent entre 10 et 15 kilogrammes et sont logées en chenil dans des box individuels. Le chenil est en parti couvert, avec un renforcement bétonné permettant de s'abriter des intempéries. En hiver, une lampe chauffante est installée dans l'abri. Les chiennes sont nourries deux fois par jour avec des croquettes Royal Canin Adulte. Elles sont vaccinées avec les valences suivantes : maladie de Carré, hépatite de Rubarth, parvovirose, para-influenza et leptospirose. Elles sont vermifugées tous les 6 mois avec du MILBEMAX® Chien (milbémecine oxime et praziquantel). Une chienne est nullipare tandis que les autres sont multipares.

A l'approche de la mise-bas, les chiennes ont une transition alimentaire, environ 15 jours avant la date supposée du terme, pour passer à des croquettes Royal Canin Junior *ad libitum*, jusqu'à la fin de la lactation. Elles sont placées dans des locaux fermés, isolés et chauffés (si nécessaire), au minimum pendant les 24h précédant la mise-bas et les 48h qui la suivent.

Quatre mâles Beagle appartenant au service de Biotechnologie et Pathologie de la Reproduction d'ONIRIS ont été utilisés pour la reproduction. Ils sont logés, nourris et traités dans les mêmes conditions que les chiennes.

Les chiots nés suite à notre essai ont été mis à l'adoption à partir de l'âge de 2 mois ou sont restés au chenil du service de Biotechnologie et Pathologie de la Reproduction d'ONIRIS pour devenir chiens reproducteurs.

B. Implantation des capsules ANIPILL®

Les capsules ANIPILL® sont livrées dans un emballage individuel, stérilisées. Elles sont activées le jour de l'implantation à l'aide de l'activateur et du moniteur (voir Figure 15). Les capsules sont paramétrées pour enregistrer des températures toutes les 15 minutes.



Figure 15 : Monitoring ANIPILL®

Les chiennes sont anesthésiées avec du DOLOREX® (butorphanol), et du PROPOVET® (propofol). L'opération se fait dans des conditions stériles. Une anesthésie locale à la lidocaïne est faite au lieu d'incision, à l'extérieur de la chaîne mammaire gauche, entre M4 et M5. Une incision est réalisée à la lame froide après avoir réalisé une désinfection soignée du lieu opératoire. Les muscles sont dilacérés aux ciseaux puis la capsule ANIPILL® est introduite entre le péritoine et le muscle. Le muscle est suturé avec un surjet au fil tressé résorbable. Enfin, la peau est suturée à l'aide de deux points cutanés.

L'implantation est réalisée dans la mesure du possible hors gestation, cependant certaines chiennes ont dû être réimplantées au cours de la gestation lorsque les capsules arrivaient en fin de batterie.

Une légère irritation est observée au lieu d'incision dans les quelques jours suivant l'opération, sans incidence sur l'état général des chiennes. Lorsqu'il a été nécessaire de changer les capsules déjà implantées, aucun signe de rejet n'a été observé.

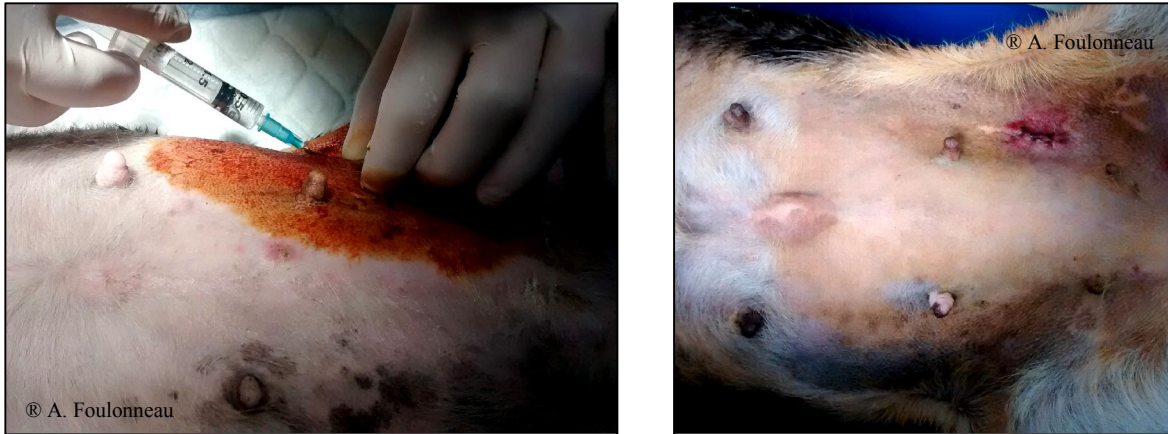


Figure 16 : Implantation des capsules ANIPILL®

A gauche : anesthésie locale avant la chirurgie

A droite : localisation de la cicatrice

1. Détections des chaleurs et fécondation

Le cycle sexuel des chiennes est surveillé par frottis vaginal une fois par semaine. A partir du premier frottis de pro-œstrus ou d'œstrus, le suivi se fait ensuite par dosage de la progestérone dans le sang, tous les deux jours. Certaines chiennes ont été inséminées avec de la semence congelée par voie intra-utérine sous vaginoscope, deux fois à 48h d'intervalle. Les autres chiennes ont été saillies naturellement au minimum deux fois à 48h d'intervalle.

2. Diagnostic de gestation et suivi

Le diagnostic de gestation est réalisé par échographie entre 15 et 30 jours après la dernière saillie ou insémination. Un suivi échographique est réalisé selon les disponibilités afin de s'assurer du bon déroulement de la gestation ainsi que pour dénombrer en partie le nombre de chiots. A l'approche de la mise-bas, des dosages de progestérone sont réalisés sur sang hépariné par un automate utilisant un dosage quantitatif ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay).

3. Mise-bas

Quelques jours avant la date supposée de mise-bas, des dosages de progestérone sont réalisés jusqu'à la mise-bas. Une surveillance visuelle est réalisée toutes les 2 à 8h afin d'obtenir l'heure de mise-bas la plus précise possible. Cette dernière étant déterminée par l'heure de naissance du premier chiot. Lorsqu'un chiot est né entre deux surveillances consécutives, l'heure de mise-bas est définie par l'heure moyenne entre celles-ci.

D. Prises de températures

1. Prises de températures rectales

Pour corréler la température prise par les capsules ANIPILL®, des températures rectales sont prises sur les chiennes ayant une capsule implantée. La prise de température se fait par le même opérateur, à l'aide d'un thermomètre unique, destiné à la médecine humaine dont la notice d'emploi figure en annexe. Le thermomètre est inséré d'au moins 3cm dans l'anus des chiens, avec une inclinaison d'environ 30° et est retiré lorsque le signal sonore retentit. L'heure et la température sont alors répertoriées afin de les comparer plus tard avec les données récoltées par les capsules.

2. Récupération des données de la capsule

En enregistrant des données toutes les 15 minutes, les capsules gardent en mémoire les données pendant environ 1 mois. Afin de récupérer ces données, le moniteur doit rester à proximité de la capsule pendant plusieurs heures (ce temps dépend du nombre de données à récupérer). Plus le moniteur est proche de la capsule, meilleure est la transmission. Certains obstacles peuvent interférer dans la transmission, notamment les murs et cages métalliques. Pour ces raisons, afin de mettre le moniteur proche des capsules pendant suffisamment longtemps pour permettre la récupération des données, nous avons eu plusieurs possibilités :

- Le moniteur a été fixé directement sur la chienne, soit à l'aide d'un harnais (Figure 17), soit à l'aide d'un bandage. Cette technique assure une très bonne transmission entre la capsule et le moniteur. Cependant, la fixation peut parfois être un peu stressante. Cette technique n'a pas pu être utilisée avec certaines chiennes ayant tendance à la destruction du matériel.

- Le moniteur a été fixé à un mètre au dessus du couchage des chiennes. Ainsi, les chiennes n'ont pas accès au moniteur et ne peuvent pas le dégrader. En revanche, les installations ne permettent pas de fixer ce dispositif pour toutes les chiennes. De plus, la récupération des données ne peut se faire ainsi que pendant la nuit. Cette technique s'est révélée parfois insuffisante du fait de la distance trop grande entre le moniteur et la capsule, associée à quelques obstacles faisant interférence.

- Le moniteur a été placé dans la couche de la chienne, sous ses couvertures. Cette technique n'a été utilisée qu'après les mises-bas, lorsque la chienne allaite. En effet, c'est le seul moment où ces dernières ne cherchent pas à dégrader le moniteur.

Une fois les données récoltées, le moniteur est branché à un ordinateur afin de transférer les données à l'aide du logiciel fourni. Les données sont alors exploitées à l'aide du logiciel Microsoft Excel®.



Figure 17 : Positionnement du moniteur lors du recueil des données

E. Analyse des résultats

La date de mise-bas est déterminée, si elle a lieu, par la naissance du premier chiot. Si celle-ci n'est pas observée, l'heure de mise-bas retenue est la moyenne entre l'heure de visite précédant et suivant la naissance. Pour une meilleure analyse des données, les températures recueillies par la capsule toutes les 15 minutes sont traitées afin d'obtenir des températures moyennes sur une heure.

Pour chaque chienne, sont déterminés l'intervalle de temps entre la chute de température et la mise-bas, le seuil de température pris en compte arbitrairement pour la chienne en question et la durée de la chute de température. Le seuil de température est déterminé graphiquement afin d'obtenir une majorité de températures inférieures à ce seuil pendant la chute de température et une grande majorité des températures au dessus de ce seuil en dehors de cette période. D'autre part, la température minimale ainsi que l'intervalle de temps qui la sépare de la mise-bas ont été retenus. Afin de prendre en compte le rythme circadien, les températures sont comparées à celles obtenues 24h avant. Cette comparaison permet d'obtenir l'écart maximal de température, généralement constaté en même temps que la température minimale.

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide du logiciel R.

II. Résultats

La totalité des résultats est présentée en annexe.

A. Comparaison de deux systèmes de prise de température

Quatre chiennes ont fait l'objet de cette étude. Deux d'entre-elles ont été réimplantées une fois au cours de nos expériences, ce qui nous a permis d'extraire les 6 graphiques suivants. Chaque température rectale relevée est associée à la moyenne des deux températures relevées avant et après par la capsule ANIPILL®.

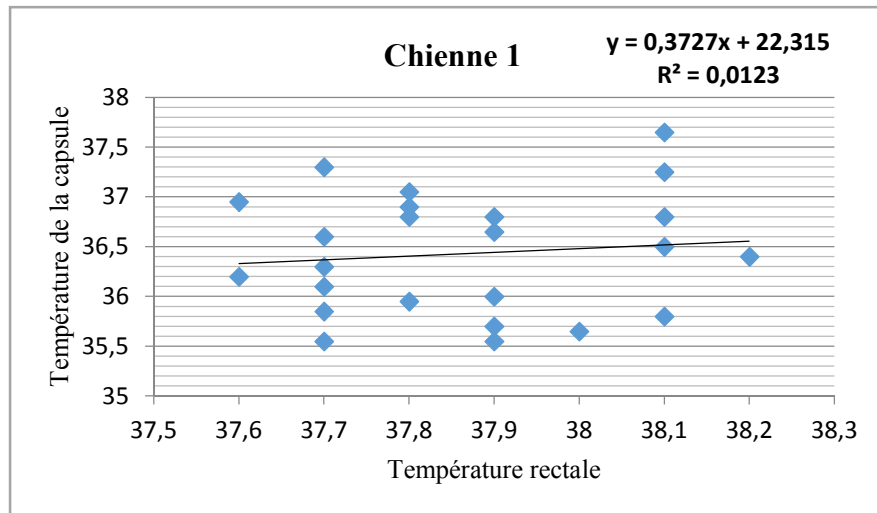


Figure 18 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 1

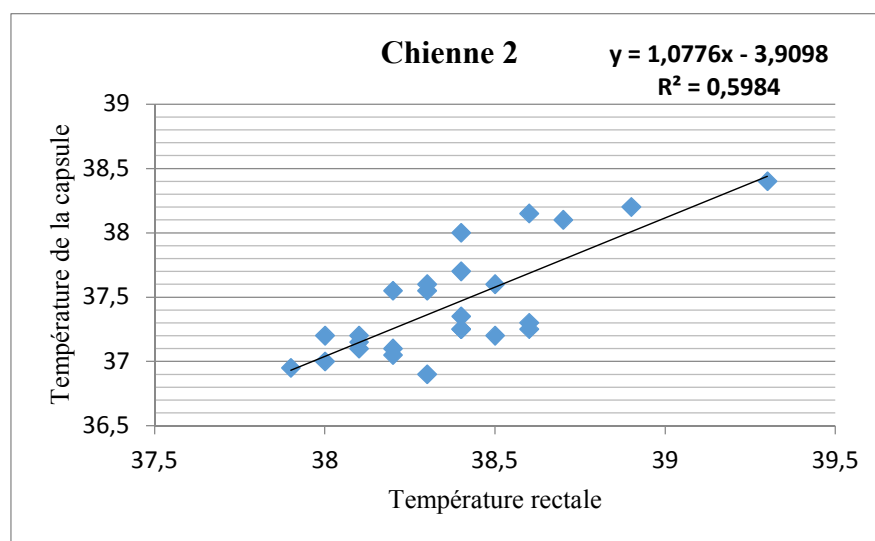


Figure 19 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 2

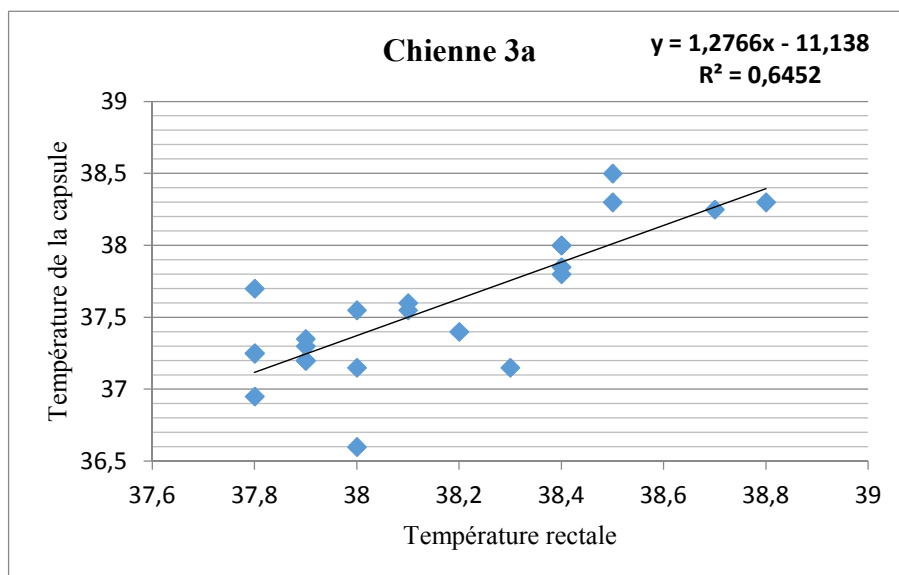


Figure 20 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 3a

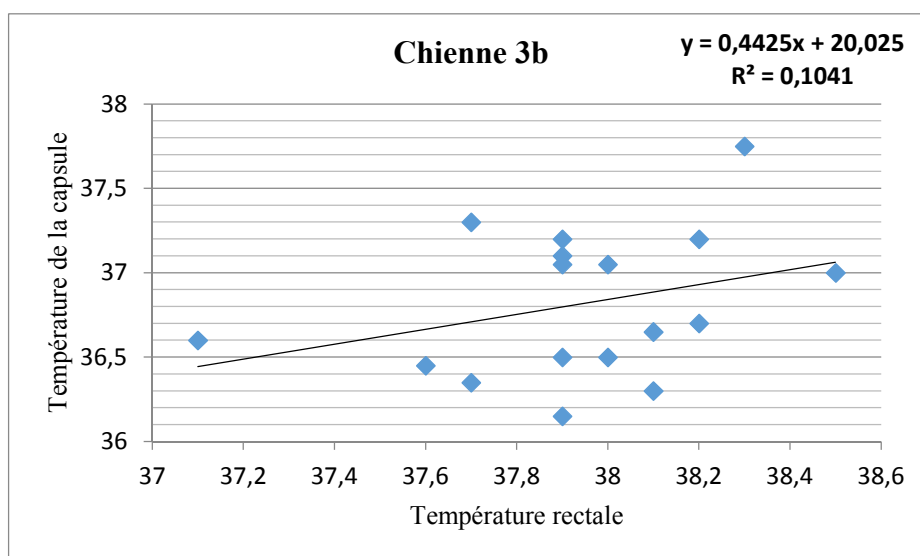


Figure 21 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 3b

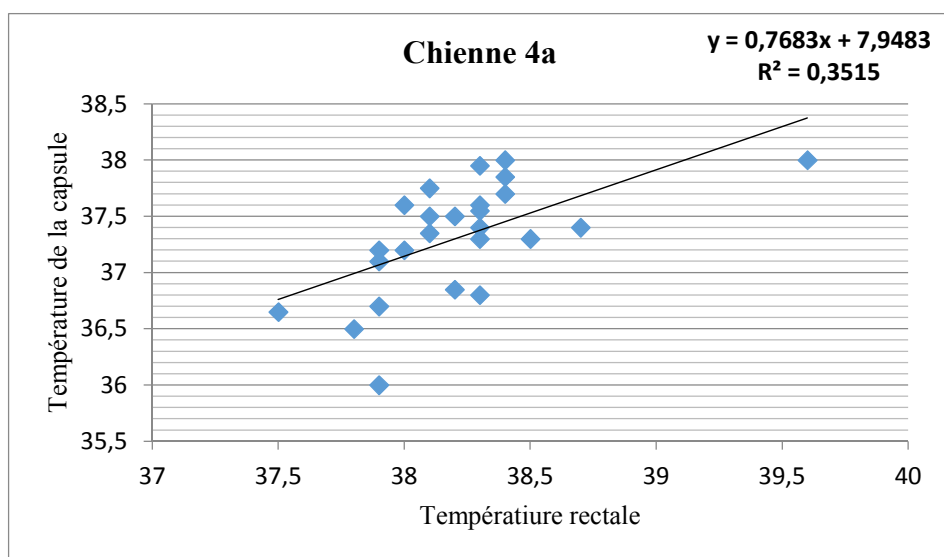


Figure 22 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 4a

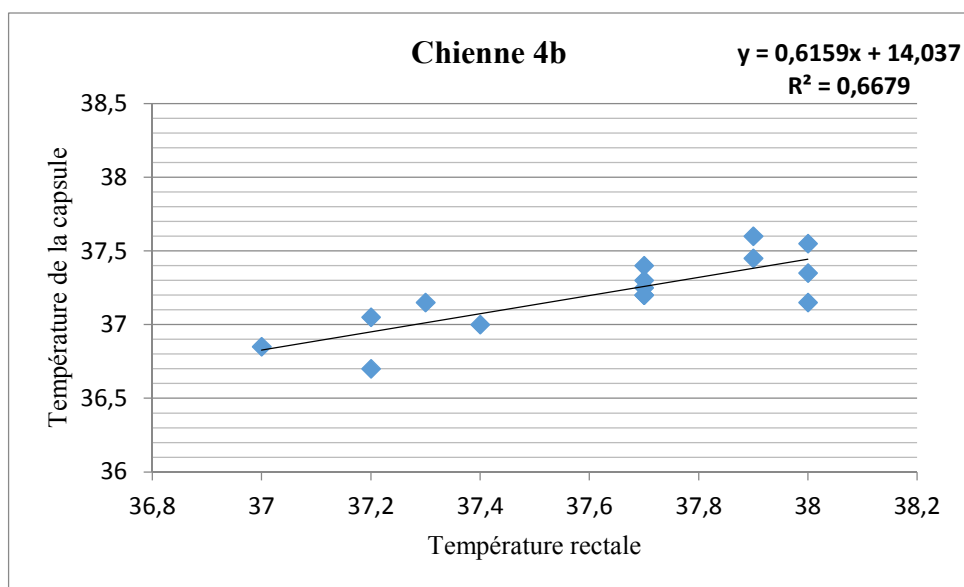


Figure 23 : Comparaison de la température rectale avec celle prise à l'aide du capteur chez la chienne 4b

Les chiennes 3 et 4 ont été réimplantées pendant leur gestation car les premières capsules implantées respectivement 10 et 8 mois auparavant n'avaient plus de batterie. La 2^e capsule est introduite exactement au même endroit que la capsule précédente. Les résultats des comparaisons de température sont résumés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Principaux résultats de comparaison des températures rectales avec celles collectées par les capsules ANIPILL®

TR : température rectale

TC : température de la capsule

Les courbes de tendance sont du type $TC=a \cdot TR+b$

Chienne	a	Intervalle de confiance pour a	b	Intervalle de confiance pour b	Courbe de tendance	Coefficient de corrélation (R)	p-value de R	Nombre de TR collectées
Chienne 1	0,37	[-1,10;1,85]	22,3	[-33,68; 78,31]	$TC=0.3727 \times TR + 22.3$	0.1108	0.606	24
Chienne 2	1,07	[0,29;1,45]	-3,9	[-18,52;10,7]	$TC=1.0776 \times TR - 3.91$	0.7736	5.76×10^{-6}	25
Chienne 3a	1,27	[0,85;1,69]	-11,1	[-27,1;4,82]	$TC=1.2766 \times TR - 11.1$	0.8033	2.29×10^{-6}	24
Chienne 3b	0,44	[-0,27;1,15]	20,02	[-7,07;47,1]	$TC=0.4425 \times TR + 20.02$	0.3227	0.206	17
Chienne 4a)	0,76	[0,31;1,21]	7,94	[-9,25;25,15]	$TC=0.7683 \times TR + 7.95$	0.5929	1.79×10^{-3}	25
Chienne 4b	0,61	[0,35;0,87]	14,03	[4,24;23,82]	$TC=0.6159 \times TR + 14.03$	0.8173	1.99×10^{-4}	15

Les capsules des chiennes 1 et 3b présentent des températures qui ne sont pas corrélées avec les températures rectales ($p\text{-value} > 0.05$). En revanche les autres capsules mesurent des températures en corrélation avec les températures rectales. Pour les chiennes 2, 3a et 4a, les températures des capsules ne sont pas significativement différentes des températures rectales.

B. Courbes de température au cours de la mise-bas

La chienne 1 est multipare. Elle a été inséminée lors de ses chaleurs naturelles. L'insémination est réalisée par voie intra-utérine sous vaginoscopie avec du sperme congelé. Une capsule a été réimplantée 1 mois avant la mise-bas puisque la batterie de la capsule en place avant la gestation n'était plus fonctionnelle. La chienne a mis bas sans assistance mais sous surveillance de 3 chiots vivants et un quatrième mort-né. Deux dosages de progestérone ont pu être réalisés avant la mise-bas.

La courbe de température de la chienne 1 est représentée sur la Figure 24. Quelques températures basses ont été constatées dans les quelques jours précédant la mise-bas, ce qui correspond aux températures extérieures les plus basses de la journée, lorsque la chienne était encore en extérieur. On constate que dès l'entrée en bâtiment, les écarts de température au cours de la journée sont plus faibles. La chute de température commence 26h avant la mise-bas et se poursuit pendant 16h. Pour la chienne 1, on considère qu'il y a une chute de température lorsque celle-ci est inférieure à 36,6°C. La température minimale est obtenue 15h avant la mise-bas avec une température de 36,4°C. Ce qui correspond à une chute de température de 0,82°C par rapport aux températures relevées 24h avant.

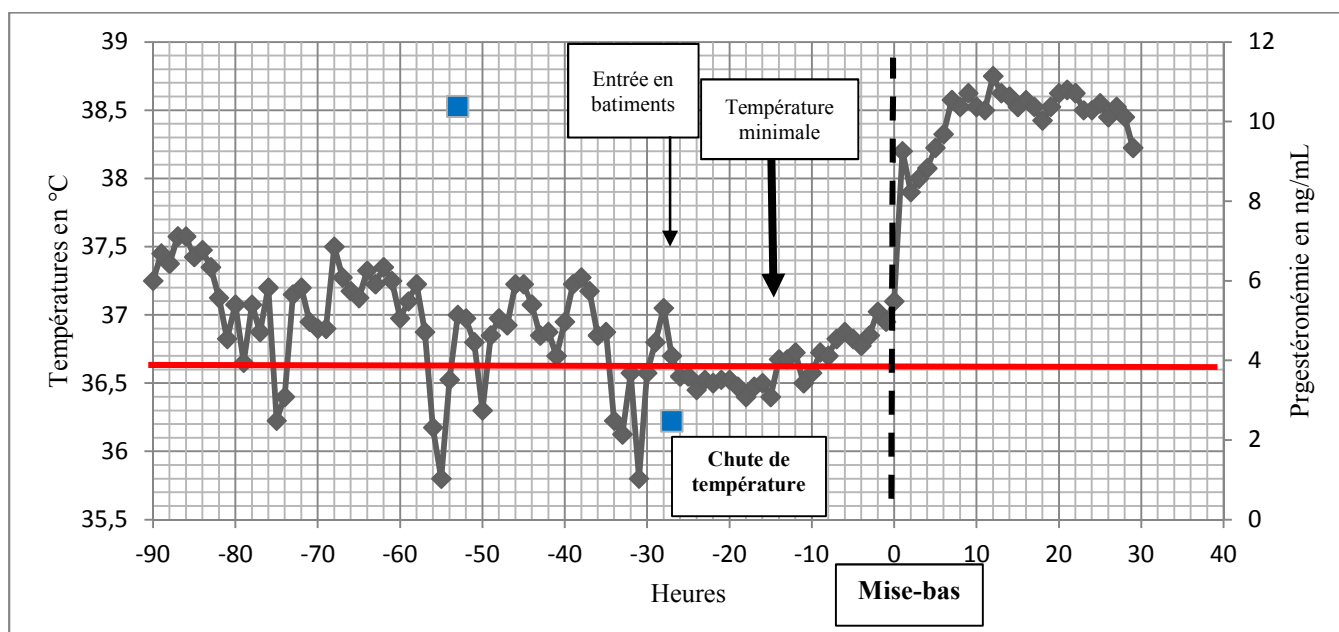


Figure 24 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 1

- Concentration plasmatique en progestérone
- Seuil marquant la chute de température

La chienne 2 est nullipare. Elle est inséminée lors de ses chaleurs naturelles. L'insémination a été réalisée par voie intra-utérine sous vaginoscopie avec du sperme congelé. L'implantation de sa capsule s'est faite dans le premier quart de gestation. La chienne a mis bas sans assistance ni surveillance de 2 chiots vivants. Ayant été sans surveillance pendant 8h, l'heure de mise-bas calculée est approximative. Deux dosages de progestérone ont pu être réalisés avant la mise-bas.

Les températures recueillies autour de la mise-bas (Figure 25) présentent peu d'écarts au court de la journée. La chute de température est très nette et a lieu environ 20h avant la mise-bas et dure jusqu'à celle-ci. Le seuil de température pris en compte pour la chute de température de la chienne 2 est de 37°C. La température minimale obtenue est de 36.5°C, ce qui correspond à une chute de 0.7°C par rapport aux températures relevées 24h avant. Cet extremum est obtenu 7h avant la date de mise-bas supposée.

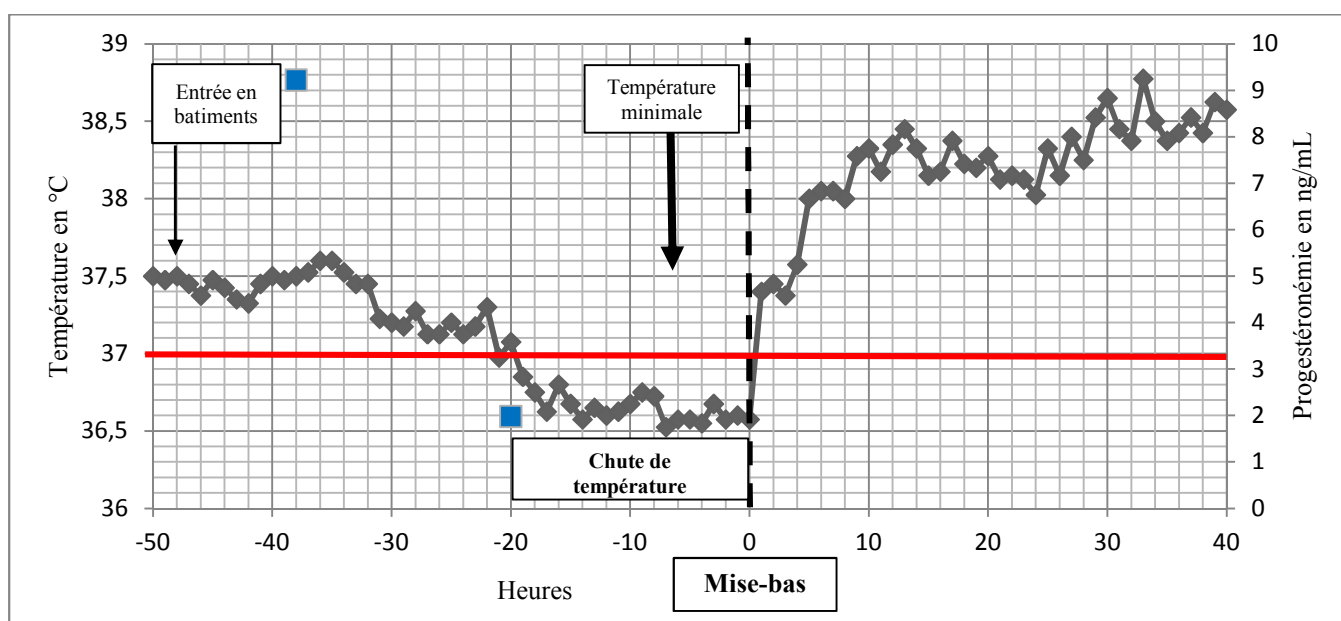


Figure 25 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 2

- Concentration plasmatique en progestérone
- Seuil marquant la chute de température

La chienne 3 est multipare. Elle a été fécondée par saillie naturelle lors de chaleurs spontanées. La chienne a mis bas d'un seul chiot mort-né, sans assistance mais sous surveillance. Trois dosages de progestérone ont pu être réalisés autour de la mise-bas.

Les températures recueillies autour de la mise-bas (Figure 26) présentent de gros écarts allant jusqu'à 0.8°C en quelques heures. Ces variations rendent difficile d'interprétation

la courbe de température obtenue. Il semble pourtant qu'il y ait deux chutes de température, la première environ 65h avant l'expulsion du fœtus et la 2^e environ 25h avant. Le minimum de température de 35.7°C est obtenu 66h avant l'expulsion du fœtus (ce qui correspond à une progestéronémie autour de 6.5 ng/mL), avec un écart de température de 1.1°C avec les températures relevées 24h avant. Cependant la qualité de la courbe obtenue ne permet pas d'extraire plus de données graphiques, telles qu'un seuil de température qui déterminerait la durée de la chute de température.

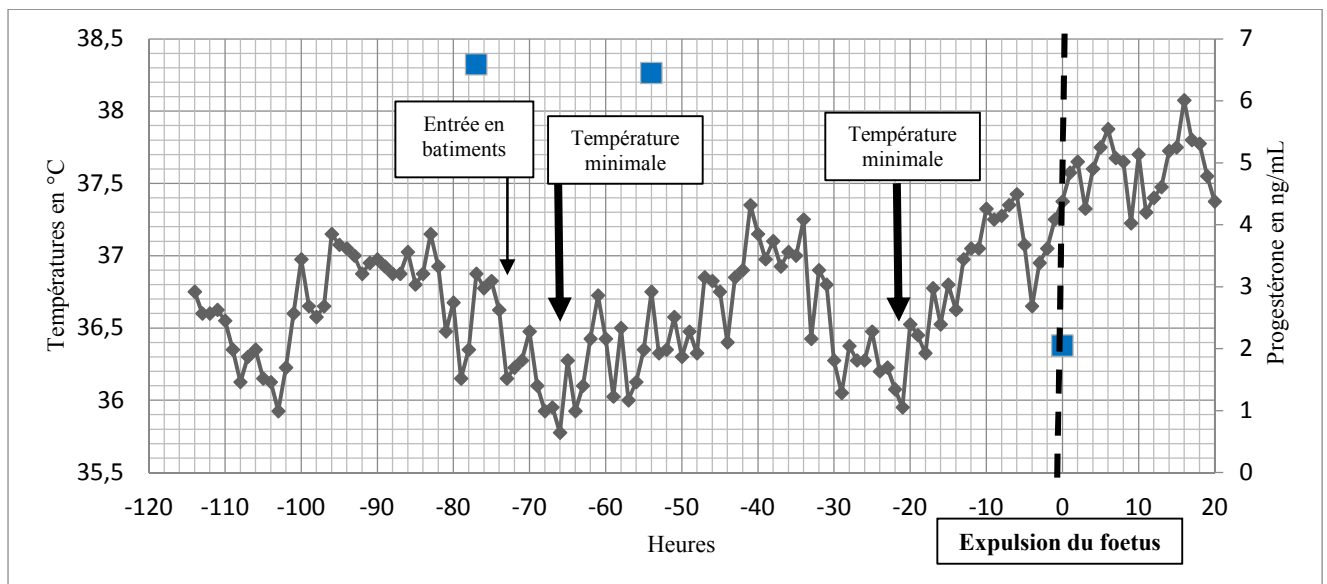


Figure 26 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 3

■ Concentration plasmatique en progestérone

La chienne 4 est multipare. Elle a été fécondée par saillie naturelle lors de chaleurs spontanées. La chienne a mis bas d'un premier chiot vivant sans assistance ni surveillance, puis a nécessité des injections d'ocytocine et de calcium afin d'expulser les autres chiots. Au total 2 chiots vivants et 2 chiots morts sont expulsés. Deux dosages de progestérone ont pu être réalisés avant la mise-bas.

Les températures recueillies autour de la mise-bas (Figure 27) présentent de légères variations au cours de la journée, avec des écarts de moins de 0.5°C. La chute de température est assez nette et commence 36h avant la mise-bas. Le seuil de température pris en compte pour objectiver la chute de température pour la chienne 4 est 37°C. La chute de température dure 22h. La température minimale est de 36.7°C, soit un écart de température de 0.8°C avec les températures mesurées 24h avant. Cette température minimale est atteinte 27h avant la mise-bas.

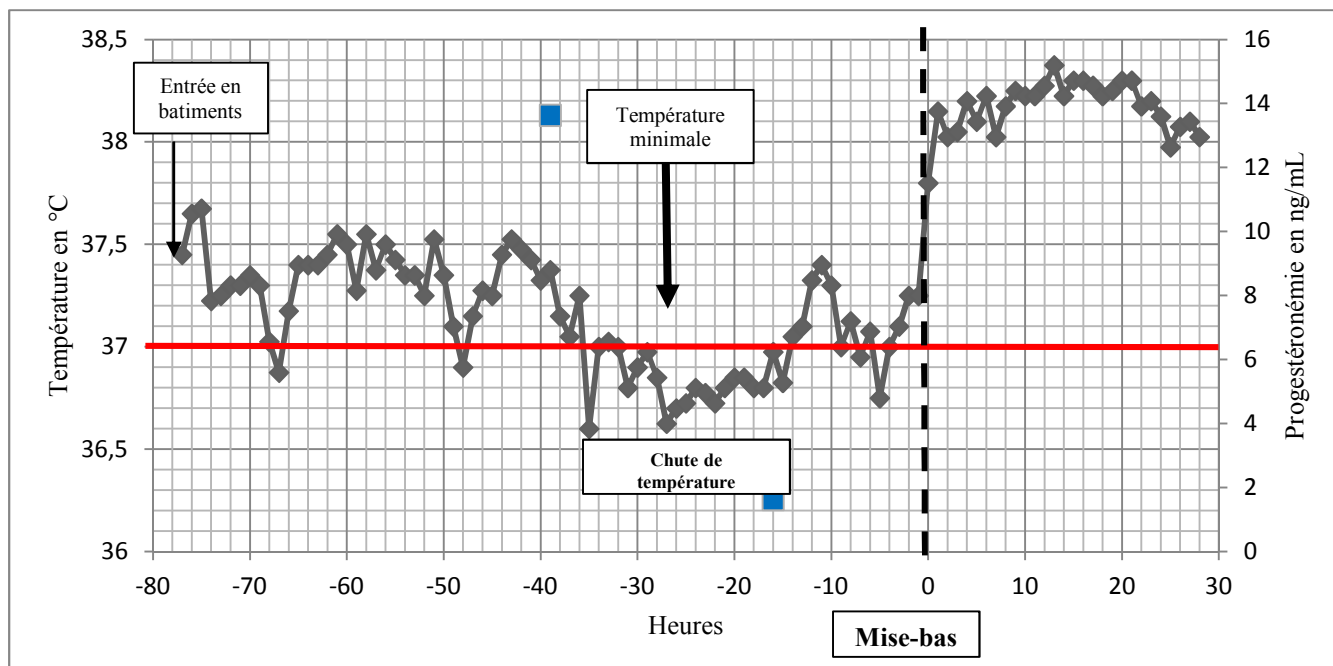


Figure 27 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 4

- Concentration plasmatique en progestérone
- Seuil marquant la chute de température

La chienne 5 est multipare. Elle est inséminée lors de ses chaleurs naturelles. L'insémination a été réalisée par voie intra-utérine sous vaginoscopie avec du sperme congelé. L'implantation de sa capsule a été réalisée avant la gestation. Autour de la date prévue pour le terme, la chienne a présentée des pertes vulvaires verdâtres, à la suite de quoi elle a reçu plusieurs injections d'ocytocine. N'observant aucune réponse au traitement, la chienne a du être opérée. L'utérus étant très modifié et les chiots tous morts dont un emphysémateux, une ovario-hystérectomie (OVH) a été réalisée. Aucune date de mise-bas n'est donc relevée pour la chienne 5 cependant, on peut calculer une date de mise-bas supposée entre la visite précédant et celle suivant l'apparition des pertes verdâtres, ce qui correspondrait à une mise-bas environ 40h avant la césarienne. Du fait d'une impossibilité matérielle, aucun dosage de progestérone n'a été réalisé.

Les températures relevées au cours de la fin de gestation (Figure 28) présentent très peu de variation au cours de la journée, ce qui permet une bonne interprétation de la courbe obtenue. La chute de température dure 16h et commence environ 32h avant la date de mise-bas supposée. Le seuil de température marquant la chute de température est de 37.2°C. La température minimale mesurée est de 37°C, ce qui représente un écart de 0.4°C en comparaison aux températures de la veille à la même heure. Cela se produit 27h avant la date de mise-bas supposée.

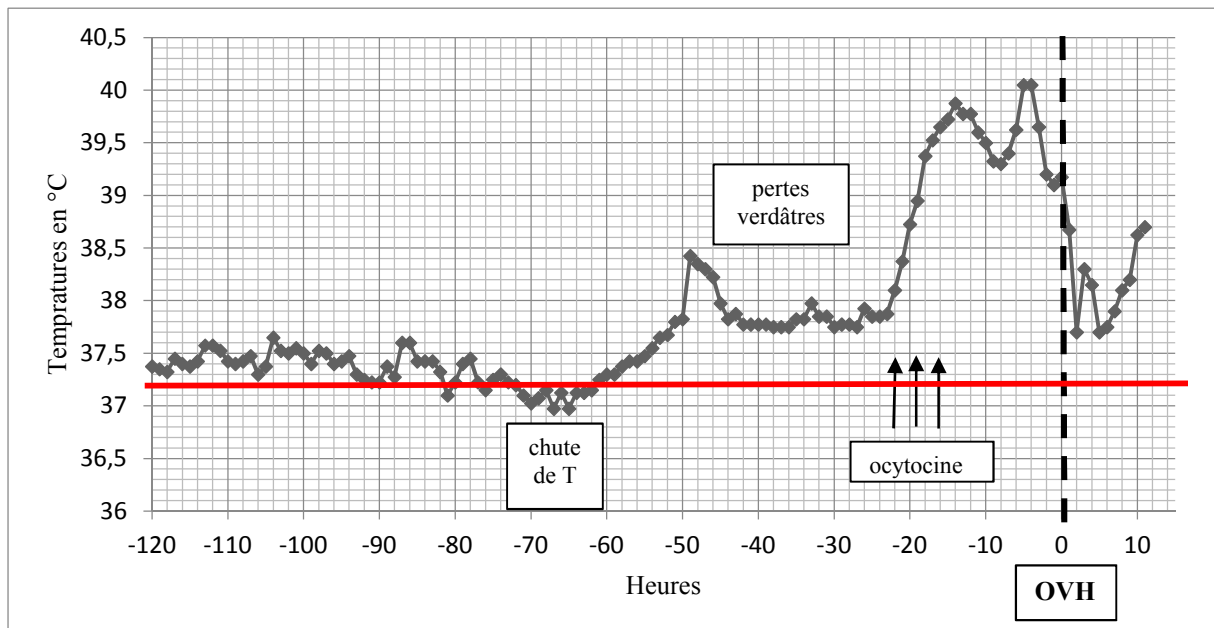


Figure 28 : Relevés de températures autour de la mise-bas chez la chienne 5

— Seuil marquant la chute de température

La chienne 6 est multipare. Elle a été inséminée lors de ses chaleurs naturelles. L'insémination a été réalisée par voie intra-utérine sous vaginoscopie avec du sperme congelé. L'implantation de sa capsule a été entreprise au cours du premier quart de gestation. La chienne a mis bas sous surveillance et sans assistance d'un chiot vivant. Trois dosages de progestérone ont été obtenus sur cette chienne.

Les températures recueillies autour de la mise-bas (Figure 29) présentent d'importantes variations au cours des heures, avec des écarts de 0.8°C, ce qui rend la courbe plus difficilement interprétable. La chute de température commence 28h avant la mise-bas. Le seuil de température pris en compte pour objectiver la chute de température pour la chienne 6 est 36.6°C. La chute de température dure 22h. La température minimale est de 35.9°C, et est atteinte 20h avant la mise-bas soit un écart de température de 1.4°C.

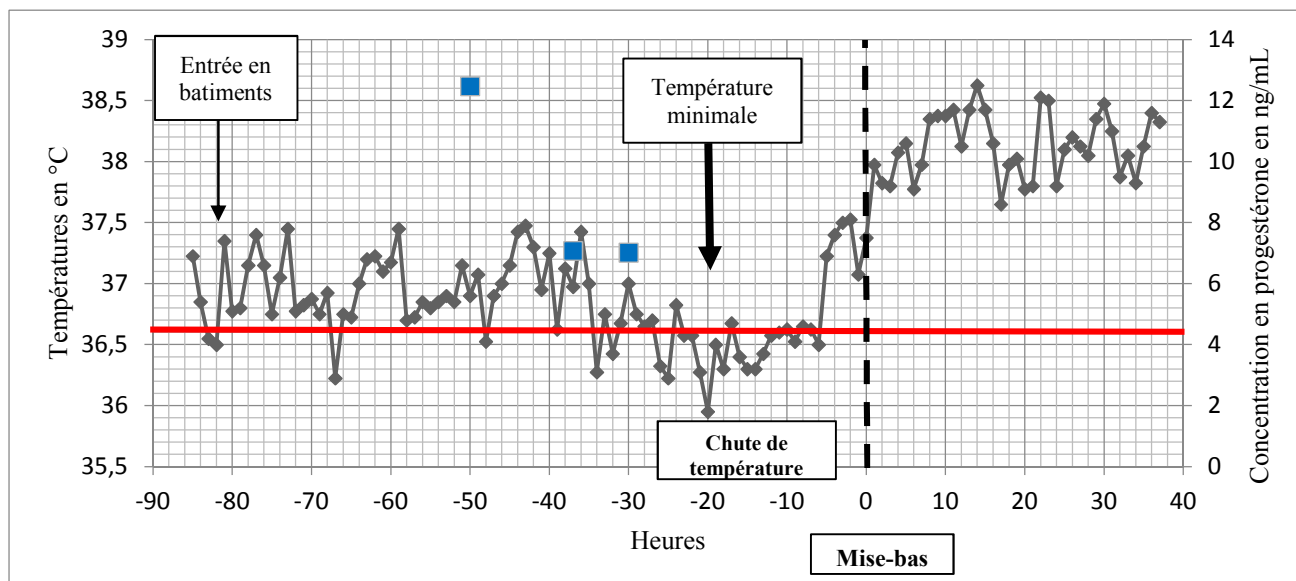


Figure 29 : Relevés de température et de progestéronémie autour de la mise-bas chez la chienne 6

■ Concentration plasmatique en progestérone
 — Seuil marquant la chute de température

Les résultats obtenus graphiquement sur les 6 chiennes sont repris dans le Tableau 6. Les données relatives à la chute de température de la chienne 3 n'ont pas pu être extraites à cause de la courbe de température difficilement interprétable.

Tableau 5 : Principales données extraites des courbes de températures précédant la mise-bas

Chienne	Durée de la chute de température	Seuil de température	Intervalle de temps entre le début de la chute de T et la mise bas	Température minimale	Ecart maximal de température	Intervalle de temps entre la T minimale et la mise bas
Chienne 1	16h	36.6°C	26h	36.4	0.82	15h
Chienne 2	20h	37°C	20h*	36.5°C	0.7°C	7h*
Chienne 3				35.7°C	1.1°C	66h***
Chienne 4	22h	37°C	36h*	36.7°C	0.8°C	27h*
Chienne 5	16h	37.2°C	32h**	37°C	0.4°C	27h**
Chienne 6	22h	36.6°C	28h	35.9°C	1.4°C	20h

* : Date de mise-bas approximative à 4h près.

** : Date de mise-bas calculée d'après l'apparition des pertes verdâtres.

*** : Délai avant l'expulsion du fœtus mort.

T = température

III. Discussion

A. Fiabilité du système de mesure ANIPILL® et de son utilisation dans cette étude

Dans la première partie de l'étude, nous avons comparé les températures relevées par le dispositif ANIPILL® à des températures rectales relevées avec un thermomètre digital. Nous constatons que pour deux chiennes (la chienne 1 et la chienne 3b), aucune corrélation n'existe entre la température rectale et les températures de la capsule. En revanche, pour les quatre autres chiennes étudiées, les températures sont corrélées entre elles. De plus, pour les chiennes 2, 3a et 4a, la température relevée par la capsule n'est pas significativement différente de la température rectale.

Il est possible que certaines capsules aient pu légèrement migrer en position sous-cutanée, ce qui expliquerait les températures non corrélées avec les températures rectales. En effet, avec une capsule proche de la peau, les températures relevées par le dispositif seront beaucoup plus sensibles aux variations thermiques de l'environnement. Ainsi les températures pourraient dépendre non seulement des températures extérieures mais aussi du comportement de la chienne, par exemple lorsqu'elle s'allonge sur une surface bétonnée, cela va avoir tendance à refroidir la capsule. Cependant, aucune différence significative n'est faite à la palpation des capsules. Les différences de résultats sont d'autant plus difficiles à expliquer que sur une même chienne, lorsqu'une capsule est réimplantée, elle est positionnée exactement au même endroit que la précédente. Or, sur les chiennes 3 et 4 les résultats de la capsule a et b sont très différents dans les deux cas.

La fiabilité du système utilisé ici est donc variable selon les individus, sans que nous ayons pu mettre en évidence de critère permettant d'expliquer cette variabilité. Cependant, bien qu'il n'y ait pas toujours de corrélation entre la température rectale et la température relevée par la capsule, les courbes obtenues sont tout de même interprétables, puisque nous nous intéressons surtout aux variations de température. Seule la chienne 3 a présenté de trop grandes variations pour permettre une bonne interprétation de sa courbe de température.

Les chiennes 5 et 6 n'ont pas pu faire l'objet de cette première partie d'étude, cependant les courbes de températures obtenues restent interprétables, sans savoir si celles-ci sont corrélées aux températures rectales.

B. Allure des courbes de température autour de la mise-bas

1. Chienne 1

La mise-bas de la chienne 1 s'est déroulée sans incident et la date de mise-bas correspond à la date exacte d'expulsion du premier chiot. La courbe de température présente deux chutes de températures importantes mais brèves avant l'entrée en bâtiment. La mise-bas de la chienne 1 ayant eu lieu en hiver, ces extremums sont certainement liés aux températures extérieures très froides à ce moment de la journée puisqu'elles sont toutes deux écartées de 24h et correspondent aux heures précédant le lever de soleil. La chute de température est

certaine puisque des températures basses sont constatées une fois la chienne dans les bâtiments qui étaient chauffés. En revanche, de forts écarts de températures sont observés lorsque la chienne était en chenil. Une entrée en bâtiment plus précoce aurait permis une meilleure vision d'ensemble de la courbe de température, notamment de s'assurer avec plus d'exactitude du début de la chute de température.

La chute de température est observée alors que la chute de progestérone venait juste d'avoir lieu puisque le dosage réalisé sur la chienne à son entrée en bâtiment est à 2.48ng/mL. Cela est en accord avec l'hypothèse avancée dans la partie précédente, selon laquelle la chute de température serait consécutive à la chute de progestérone.

Une augmentation marquée de la température corporelle est constatée immédiatement après la sortie du premier chiot. Suite à la mise-bas, la température de la chienne reste élevée par rapport à celle de fin de gestation, avec un écart de plus d'un degré entre celles-ci. Cela coïncide avec les observations de VERONESI *et al.* [71]

2. Chienne 2

La mise-bas de la chienne 2 s'est déroulée à priori sans incident, l'heure de mise-bas est approximative à 4h près. La courbe de température obtenue est facilement interprétable. La chute de température est nette et fait suite là aussi à la chute de progestérone puisque le dosage effectué 20h avant la mise-bas, c'est-à-dire au début de la chute de température, donne une progestéronémie à 1.98 ng/mL. Contrairement aux autres chiennes, la chute de température se maintient jusqu'à la mise-bas.

La température corporelle augmente très nettement après la mise-bas, d'au moins 0.5°C par rapport aux températures de fin de gestation.

3. Chienne 3

La mise-bas de la chienne 3 a présenté quelques difficultés. En effet, la chienne a présenté un comportement agité plus ou moins associé à des contractions pendant plus de 48h avant l'expulsion d'un fœtus unique et mort. Seulement deux dosages de progestérone ont été réalisés avant l'expulsion du fœtus et ne montraient aucune chute de progestérone bien que celle-ci soit autour de 6.5 ng/mL. Des dosages de progestérone supplémentaires à -35h et -25h ainsi que des échographies à compté de -50h auraient permis de mieux comprendre la dystocie. Aucune mesure n'a été réalisée avant la mise-bas afin de déterminer s'il y avait une disproportion foeto-maternelle, mais puisque le fœtus était unique, il est fort probable que ça ait été le cas. Ceci souligne l'importance d'une bonne surveillance tout au long de la gestation.

La courbe de température de la chienne 3 est peu interprétable du fait de nombreuses variations de grande amplitude sur des courtes durées. Cependant, la courbe a tendance à montrer deux chutes de températures (associées à deux minimums). La première a eu lieu alors que la progestéronémie était autour de 6.5 ng/mL. La deuxième a eu lieu 24h avant

l'expulsion du fœtus. Une explication de ce phénomène serait que la chute de progestérone se soit fait en deux fois, avec un plateau autour de 6.5ng/mL entre les deux. Ceci expliquerait la double chute de température.

Enfin, bien que la chute de température soit peu visible sur cette courbe, l'augmentation de température suite à l'expulsion du fœtus mort est bien visible, avec un écart d'environ 0.5°C avec les températures corporelles de fin de gestation.

4. Chienne 4

La mise-bas de la chienne 4 s'est déroulée normalement jusqu'à l'expulsion du premier chiot, dont la date est approximative à 4h près. Des difficultés ont été rencontrées après, puisque la chienne ne présentait plus d'efforts expulsifs. Des injections d'ocytocine et de calcium ainsi que des échographies régulières ont été réalisées jusqu'à expulsion du dernier chiot.

Quelques températures inférieures au seuil de 37°C sont observées avant la chute de température. Contrairement à la chienne 1 celles-ci ne peuvent être expliquées par les températures extérieures puisque la chienne était déjà en bâtiment. Ces variations de température ne sont pas expliquées. En revanche, la chute de température reste bien visible. La température corporelle reprend des valeurs physiologiques avant d'augmenter très nettement au moment de la mise-bas, avec plus d'un demi-degré d'écart par rapport aux températures de fin de gestation.

Pour la chienne 4, la chute de température semble quasi-simultanée à la chute de progestérone puisque 4h avant le début de la chute de température, la progestéronémie était encore à 13.63 ng/mL.

5. Chienne 5

La chienne 5 a présenté des pertes verdâtres environ 20h après la chute de température. Ces pertes ainsi que l'absence de contraction de la chienne ont décidé l'injection d'ocytocine. Une échographie a été réalisée en parallèle des injections d'ocytocine et a montré au moins 2 fœtus encore vivants. Une seconde échographie 15h plus tard a montré que les fœtus étaient morts. Une césarienne a alors été faite sur la chienne. Les fœtus étaient emphysémateux et l'utérus fortement modifié, ce qui a nécessité une ovario-hystérectomie.

Malgré les difficultés de fin de gestation de la chienne, nous avons constaté une courte chute de température, suivie par une augmentation rapide de celle-ci. Cela nous laisse supposer que la mise-bas aurait du avoir lieu 50h avant la césarienne, au moment où la température mesurée approche de 38.5°C. Enfin, la chienne était en hyperthermie sévère avant la césarienne, probablement à cause d'une intoxication par les fœtus emphysémateux.

6. Chienne 6

La chienne 6 n'a présenté aucune difficulté lors de la mise-bas. La date de mise-bas est l'heure exacte d'expulsion du chiot vivant. Quelques températures inférieures au seuil de 36.6°C sont observées avant la chute réelle de température. Etant donné de nombreuses variations de température, celles-ci sont peu significatives. Cependant, on remarque que la courte chute de température ayant lieu à -34h fait suite à une légère chute de progestéronémie (celle-ci étant passée de 12.47ng/mL à 7.08ng/mL en 12h). D'autres dosages de progestérone auraient permis d'établir un lien plus précis entre ces deux paramètres.

La chute de température de la chienne 6 est peu marquée. En revanche, tout comme la chienne 4, la température corporelle reprend des valeurs physiologiques dans les heures qui précèdent la mise-bas avant d'augmenter instantanément après la naissance du chiot. L'écart de température par rapport à la fin de gestation est d'environ 0.5°C.

C. Chute de température précédant la mise-bas

Afin de caractériser au mieux la chute de température précédant la mise-bas, différents paramètres ont été observés. Des moyennes sont calculées d'après les résultats présentés sur le Tableau 6.

1. Température minimale atteinte avant la mise-bas

La température minimale atteinte avant la mise-bas varie entre 35.7°C et 37°C. Sur les 6 chiennes, la moyenne est de 36.3°C. Cette température minimale correspond à un écart de température de 0.87°C en moyenne. Cependant cet écart, calculé en comparant l'extremum avec la température relevée 24h avant, varie beaucoup selon les chiennes : de 0.4°C à 1.4°C. Enfin, l'extremum de température est obtenu entre 7h et 27h avant la mise-bas en dehors de la chienne 3 pour qui le minimum est arrivé 66h avant l'expulsion du fœtus mort. Ce paramètre apparaît donc peu fiable pour calculer une date de mise-bas précise.

Ces résultats sont en accord avec ceux observés dans l'étude de TSUTSUI et *al.*, qui considèrent que la température minimale obtenue avant la mise-bas n'est pas un bon critère pour prédire la date de mise-bas. Notre étude montre aussi de grandes variations concernant ce critère, malgré un faible échantillon de chiennes.

2. Durée de la chute de température avant la mise-bas

La chute de température dure en moyenne 19h. C'est le paramètre qui semble le plus constant d'une chienne à l'autre puisque cette durée varie entre 16h et 22h. En revanche, le seuil de température pour lequel nous avons considéré une chute de température n'est pas le même pour chaque chienne. Ce seuil est choisi de façon à ce que seulement quelques températures isolées soient supérieures pendant la chute de température, mais qu'à l'inverse, seulement quelques températures isolées soient inférieures à ce seuil avant la chute de température. La température seuil est en moyenne de 36.8°C. Il semblerait qu'un seuil à 37°C soit satisfaisant puisque les deux chiennes dont la température-seuil est inférieure sont des

chiennes dont les températures de capsule ne sont pas bien corrélées avec les températures rectales.

3. Délai entre la chute de température et la mise-bas

La chute de température commence en moyenne 28h avant la mise-bas, avec des variations allant de 20h à 36h selon les chiennes. Ce délai présente des variations considérables d'une chienne à une autre. Dans leur étude, TSUTSUI et *al.*, ont considéré que le paramètre le plus précis pour prévoir la mise-bas serait l'instant où la température rectale des chiennes diminue en dessous de 37.5°C. Dans notre cas il aurait été impossible de prendre un tel seuil puisque les températures physiologiques des chiennes pouvaient avoisiner 37.5°C bien avant la mise-bas. Cependant, le délai séparant le début de la chute de la température et la mise-bas pourrait être un critère intéressant à étudier pour affiner la prédiction de la mise-bas.

4. Corrélation avec la progestéronémie

Afin de mieux suivre la mise-bas des chiennes, des dosages de progestérone ont été réalisés sur la plupart des chiennes en fin de gestation. En comparant la chute de progestérone à la chute de température, il semblerait que la première entraîne la seconde. Chaque diminution brutale de progestérone pourrait être à l'origine d'une chute de température. La chute de température serait alors le reflet de la chute de progestérone. Nous pouvons supposer que plus la chute de progestérone est importante, plus la chute de température le sera. De même, lorsque la progestéronémie baisse lentement, on s'attend à ce que la chute de température soit brève. Cependant, dans leur étude expérimentale, CONCANNON et *al.*, émettent l'hypothèse que la chute de température induite artificiellement par leur protocole est de courte durée (maximum 60 minutes) car les mécanismes compensateurs se mettent tout aussi rapidement en place que n'apparaît la chute de température. [21] Pour mieux caractériser le lien entre ces deux paramètres, il aurait été intéressant de réaliser une véritable courbe de progestéronémie à l'approche de la mise-bas.

D. Applications pratiques de la prise de température à la mise-bas de la chienne

Un des objectifs de cette étude est d'évaluer le dispositif ANIPILL® pour une utilisation courante sur la détection de la mise-bas. Nous avons donc mis en évidence différents points en faveur ainsi qu'en défaveur d'une telle utilisation, en nous appuyant sur des critères techniques et pratiques, en comparaison de ce qui est actuellement utilisé par les éleveurs canins à savoir la prise de température rectale.

1. Points favorables

a. Données continues

L'avantage majeur des capsules ANIPILL® est la prise de température en continue. En effet, comme nous avons pu le voir avec certaines études antérieures, la chute de température qui précède la mise-bas n'est pas toujours facile à mettre en évidence, surtout

lorsque l'on réalise seulement deux prises de températures par jour. L'avantage des données continues est la visualisation de la courbe de température. Ainsi, l'utilisateur peut savoir si la chienne est au début de sa chute de température ou à l'inverse si la température est déjà en train de remonter. Du point de vue de la recherche, cela permet de mieux appréhender toutes les variations de température autour de la mise-bas.

b. Absence de manipulation par le propriétaire

Le second avantage de ces capsules est l'usage de la télémetrie. En effet, les températures sont prises en continu sans manipulation de l'animal ce qui élimine tout stress lié à la prise de température rectale et donc l'augmentation de la température qui est liée. De plus, la prise de mesure étant automatique, le biais lié à l'opérateur n'existe plus, une fois que la capsule est implantée. Le confort de l'animal est donc meilleur, dans une période où le stress est à éviter au maximum.

2. Points défavorables

Malgré des points favorables indéniables, le dispositif ANIPILL® tel qu'utilisé dans cette étude présente des inconvénients majeurs pour son utilisation en clientèle.

a. Implantation

Les capsules étant placées sous le muscle, il est nécessaire de réaliser l'implantation sous anesthésie légère. Ceci est une contrainte majeure, tant d'un point de vue financier que pour son impact potentiel sur la santé du chien.

b. Recueil et lecture des données

Dans le cas des chiennes de l'étude, la récolte des données s'est révélée compliquée à réaliser sans endommager le moniteur. Ce dernier peut récolter les données à un ou deux mètres de distance avec la capsule, mais parfois cela ne suffit pas et il est nécessaire de mettre le moniteur en contact avec la chienne pour qu'il charge les données de la capsule. Dans tous les cas, les chiennes avaient souvent tendance à endommager le matériel. Cependant cela ne serait pas un grand inconvénient sur des chiennes de particuliers sur qui il serait plus facile de poser une boîte à côté du couchage sans qu'elle cherche à endommager la boîte.

Selon la fréquence de recueils de données, cette étape peut être plus ou moins longue, de quelques dizaines de minutes à quelques heures. La récupération des données se fait donc plus facilement la nuit lorsque la chienne reste sur son couchage. Cependant, il peut s'avérer compliqué d'obtenir des données en temps réel, d'autant plus que le temps de chargement sur le logiciel peut être assez long si la capsule est pleine. En pratique vétérinaire, il faudrait donc envisager deux recueils de données par jour, ce qui remplacerait la prise de température rectale, mais avec une précision bien supérieure à celle-ci puisque les données seront récoltées en continu sur la journée. Le dispositif est bien adapté à des protocoles de recherche où l'objectif est d'avoir une courbe de température précise.

c. Durée d'utilisation

Les capsules ont une durée de vie limitée puisqu'elles enregistrent les données grâce à leur batterie. La batterie peut tenir jusqu'à un an avec des mesures tous les quart d'heures, mais cette durée dépend aussi de la fréquence de récupération des données et d'autres paramètres. Dans notre cas, la plupart des batteries n'ont tenues que 7 ou 8 mois. Cette durée d'utilisation est très courte en comparaison du cycle sexuel de la chienne. Une capsule ne pourrait donc faire qu'une seule gestation si l'on veut être sûr que la batterie va tenir jusqu'à la mise-bas. Pour utiliser le dispositif en clientèle, il faudrait donc envisager une anesthésie pendant chaque anœstrus, ce qui est très contraignant.

d. Equipement

L'utilisation des capsules ANIPILL® nécessite :

- une capsule par animal
- le moniteur ANIVIEW®
- l'activateur de capsule
- le logiciel BODYCAP®

Le coût de ce matériel est nettement supérieur à celui d'un simple thermomètre digital. De plus, cela nécessite la maîtrise du logiciel et du moniteur, qui n'est pas forcément évidente au premier abord. Même si les données collectées ne sont pas de la même qualité qu'avec un thermomètre digital, les informations extraites restent trop peu précises pour justifier l'investissement.

CONCLUSION

La prévision de la date de la mise-bas chez la chienne est approximative et reste difficile à anticiper avec précision. Face à la popularité de certaines races qui naissent par césarienne et pour répondre à la demande des propriétaires d'un suivi de gestation dans les meilleures conditions, il est nécessaire d'affiner la connaissance de la date de mise-bas au plus près sans que cela ne soit trop cher pour l'éleveur. De plus l'observation des modifications physiques et comportementales est essentielle, mais des critères plus objectifs tels que la température corporelle et les dosages de progestérone sont nécessaires. La surveillance par le propriétaire peut donc se faire par prise de température rectale. Hors, à ce jour, si la plupart des études s'accordent à dire qu'il existe une chute de température avant la mise-bas, peu d'études caractérisent réellement cette chute de température, permettant de faire un lien direct avec l'accouchement. D'autre part, peu d'études collectent un grand nombre de températures, la plupart se contentent de 2 à 3 températures par jour. L'objectif de nos travaux était donc de tester un nouveau dispositif de capteur de température pour la détection de la chute de température précédant la mise-bas, afin de mieux caractériser cette chute de température ainsi que d'évaluer son utilisation pour des chiennes reproductrices.

Les capteurs de température ont été implantés sous anesthésie légère entre le péritoine et le muscle droit de l'abdomen. La comparaison des températures rectales avec celles récoltées à l'aide des capsules thermiques montre une très bonne fiabilité du dispositif sur 4 des 6 chiennes testées. Il semblerait que les mauvaises corrélations de température soient liées à une légère migration en sous-cutanée des capteurs, sans que cela n'ait pu être mis en évidence plus précisément.

Au cours des gestations, les capteurs de température n'ont eu aucune incidence sur le bon déroulement de celles-ci. Une réaction inflammatoire s'est produite sur le site d'implantation le temps de la cicatrisation, mais par la suite le dispositif n'a entraîné aucune gêne. Sur les 6 chiennes que nous avons suivies tout au long de leur gestation, une chienne a dû subir une césarienne et une autre a expulsé un chiot unique mort. Les autres chiennes ont mis bas de façon eutocique, sans assistance. Toutes les chiennes ont présenté une diminution de leur température corporelle avant la mise-bas ou la césarienne. La chute de température commence environ 28h avant la mise-bas et dure en moyenne pendant 19h. Le minimum de température est constaté entre 7h et 27h avant la mise-bas, ce qui représente une grande variabilité. Enfin, les variations de température obtenues étaient en moyenne de 0.87°C à l'extremum de la courbe de température. Cependant, de grandes variations ont pu être observées avec une chienne à 0.4°C et une autre à 1.4°C.

Le dispositif utilisé ici montre donc une bonne fiabilité de mesure. D'autre part, il permet une surveillance continue de la température corporelle sans pour autant interférer avec

la reproduction de la chienne, comme c'est le cas des dispositifs intra-vaginaux qui entraînent une vaginite et sont éjectés dès les premières contractions.

Cependant, si l'utilisation de ce dispositif peut être adaptée à la recherche, il n'est pas utilisable à l'heure actuelle en clientèle. En effet, son implantation nécessite une chirurgie sous anesthésie générale, bien que légère, ainsi qu'un matériel adéquat, ce qui représente un coût non négligeable pour l'éleveur en comparaison du simple thermomètre rectal. Le système de récupération des données est peu adapté à une visualisation des résultats en direct et les données brutes difficiles à interpréter une à une. Enfin, la batterie des capsules permet à peine de couvrir deux gestations, ce qui obligerait l'éleveur à soumettre ses chiennes à des anesthésies à répétition.

Le dispositif de capsule ANIPILL® a donc permis de mieux appréhender la courbe de température de la chienne autour de la mise-bas. Les résultats observés confirment ceux obtenus dans certaines études qui utilisaient des températures rectales prises manuellement.

BIBLIOGRAPHIE

1. - AMMONS S.F., THRELFALL W.R., KLINE R.C.: Equine body temperature and progesterone fluctuations during estrus and near parturition. *Theriogenology*, 1989, **31**, 1007-1019.
2. - AOKI M., KIMURA K., SUZUKI O.: Predicting time of parturition from changing vaginal temperature measured by data-logging apparatus in beef cows with twin fetuses. *Animal Reproduction Science*, 2005, **86**, 1-12.
3. - BASTIN C.: Etude de la validité de la thermométrie axillaire et de la thermométrie infrarouge à distance chez le chien et le chat. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes. Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 2014
4. - BEACH F.A., DUNBAR I.F., BUEHLER M.G.: Sexual characteristics of female dogs during successive phases of the ovarian cycle. *Hormones and Behavior*, 1982, **16**, 414-442.
5. - BECCAGLIA M., FAUSTINI M., LUVONI G.C.: Ultrasonographic study of deep portion of diencephalo-telencephalic vesicle for the determination of gestational age of the canine foetus. *Reprod. Domest. Anim.*, 2008, **43**, 367-370.
6. - BECCAGLIA M., LUVONI G.C.: Comparison of the accuracy of two ultrasonographic measurements in predicting the parturition date in the bitch. *Journal of Small Animal Practice*, 2006, **47**, 670-673.
7. - BENCHARIF, D., TAINTURIER, D., SLAMA, H., CHEMLI, J., DARDENNE, N.: La relaxine : une hormone de la gestation chez la chienne, applications pratiques. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 2001, **36**, 395-400.
8. - BIO MEDIC DATA SYSTEMS: IPTT-300 Product sheet.
9. - BOIX, M.: Prévion de la date de césarienne chez la chienne par dosage de la progestéronémie. 2014,
10. - BURDICK N.C., CARROLL J.A., DAILEY J.W., RANDEL R.D., FALKENBERG S.M., SCHMIDT T.B.: Development of a self-contained, indwelling vaginal temperature probe for use in cattle research. *Journal of Thermal Biology*, 2012, **37**, 339-343.

11. - BURFEIND O., VON KEYSERLINGK M. a. G., WEARY D.M., VEIRA D.M., HEUWIESER W.: Short communication: repeatability of measures of rectal temperature in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2010, **93**, 624-627.
12. - BURFEIND O., SUTHAR V.S., VOIGTSBERGER R., BONK S., HEUWIESER W.: Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2011, **94**, 5053-5061.
13. - CHAPON P.-A.: Développement et validation d'un dispositif d'enregistrement en continu de la température intracorporelle par télémetrie. Thèse de doctorat, Université de Caen Basse-Normandie, 2013.
14. - CHEN P.H., WHITE C.E.: Comparison of rectal, microchip transponder, and infrared thermometry techniques for obtaining body temperature in the laboratory rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, 2006, **45**, 57-63.
15. - CLARKE I.J., POMPOLO S.: Synthesis and secretion of GnRH. *Animal Reproduction Science*, 2005, **88**, 29-55.
16. - COLE H.H., CUPPS P.T., ANDERSON G.B.: Reproduction in domestic animals. Academic Press, New York, 1977.
17. - CONCANNON P.W.: Canine pregnancy and parturition. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1986, **16**, 453-475.
18. - CONCANNON P.W.: Endocrinologic control of normal canine ovarian function. *Reprod. Domest. Anim.*, 2009, **44 Suppl 2**, 3-15.
19. - CONCANNON P.W.: Reproductive cycles of the domestic bitch. *Animal Reproduction Science*, 2011, **124**, 200-210.
20. - CONCANNON P., WHALEY S., LEIN D., WISSLER R.: Canine gestation length: variation related to time of mating and fertile life of sperm. *Am. J. Vet. Res.*, 1983, **44**, 1819-1821.
21. - CONCANNON P.W., HANSEL W.: Prostaglandin F2 α induced luteolysis, hypothermia, and abortions in beagle bitches. *Prostaglandins*, 1977, **13**, 533-542.
22. - CORRADA Y., GARCÍA P., DE LA SOTA P.E., HUZMAN M., LANDONI M.F., GOBELLO C.: Decrease of body temperature after aglepristone treatment in bitches. *Animal Reproduction Science*, 2005, **87**, 295-299.

23. - CROSS D.T., THRELFALL W.R., KLINE R.C.: Body temperature fluctuations in the periparturient horse mare. *Theriogenology*, 1992, **37**, 1041-1048.
24. - CUNNINGHAM J.G., KLEIN B.G.: Cunningham's textbook of veterinary physiology. Elsevier/Saunders, St. Louis, Mo., 2013.
25. - DERIVAUX J.: Reproduction chez les animaux domestiques. Physiologie - Tome I. 1971.
26. - DERIVAUX J.: Reproduction chez les animaux domestiques. Cabay, Louvain-la-Neuve, 1986.
27. - EIKELBOOM R.: Learned anticipatory rise in body temperature due to handling. *Physiology & Behavior*, 1986, **37**, 649-653.
28. - EILTS B.E., DAVIDSON A.P., HOSGOOD G., PACCAMONTI D.L., BAKER D.G.: Factors affecting gestation duration in the bitch. *Theriogenology*, 2005, **64**, 242-251.
29. - ENGLAND G.C., VERSTEGEN J.P.: Prediction of parturition in the bitch using semi-quantitative ELISA measurement of plasma progesterone concentration. *Vet. Rec.*, 1996, **139**, 496-497.
30. - ENGLAND G.C.W., ALLEN W.E.: Allen's fertility and obstetrics in the dog. Blackwell Science, Oxford; Malden, MA, USA, 1998.
31. - ENGLAND G.C.W., HEIMENDAHL A. von., BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION.: BSAVA manual of canine and feline reproduction and neonatology. British Small Animal Veterinary Association, Quedgeley, Gloucester [England], 2010.
32. - GALODE, M.: Essai d'induction des chaleurs avec un implant de desloréline chez la chienne en métoestrus après interruption du cycle au cloprosténol. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes. Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 2014.
33. - GARAND A., TAINURIER D., BRIAND L., BENCHARIF D.: Suivi échographique de la chienne jusqu'au 25^e jour de gestation et sexage des fœtus. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 2009, **44**, 9-14.
34. - GIL E.M.U., GARCIA D.A.A., GIANNICO A.T., FROES T.R.: Canine fetal heart rate: Do accelerations or decelerations predict the parturition day in bitches? *Theriogenology*, 2014, **82**, 933-941.

35. - GOBELLO C.: New GnRH analogs in canine reproduction. *Animal Reproduction Science*, 2007, **100**, 1-13.
36. - GONZÁLEZ A.M., MANN F.A., PREZIOSI D.E., MEADOWS R.L., WAGNER-MANN C.C.: Measurement of body temperature by use of auricular thermometers versus rectal thermometers in dogs with otitis externa. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2002, **221**, 378-380.
37. - GREENES D.S., FLEISHER G.R.: When body temperature changes, does rectal temperature lag? *The Journal of Pediatrics*, 2004, **144**, 824-826.
38. - GREER R.J., COHN L.A., DODAM J.R., WAGNER-MANN C.C., MANN F.A.: Comparison of three methods of temperature measurement in hypothermic, euthermic, and hyperthermic dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2007, **230**, 1841-1848.
39. - HANNEMAN S.K., JESURUM-URBAITIS J.T., BICKEL D.R.: Comparison of methods of temperature measurement in swine. *Lab. Anim.*, 2004, **38**, 297-306.
40. - JÖCHLE W., ANDERSEN A.C.: The estrous cycle in the dog: A review. *Theriogenology*, 1977, **7**, 113-140.
41. - KELLY G.: Body temperature variability (Part 1): a review of the history of body temperature and its variability due to site selection, biological rhythms, fitness, and aging. *Altern Med Rev*, 2006, **11**, 278-293.
42. - KIM Y., TRAVIS A.J., MEYERS-WALLEN V.N.: Parturition prediction and timing of canine pregnancy. *Theriogenology*, 2007, **68**, 1177-1182.
43. - KRAMER K., KINTER L., BROCKWAY B.P., VOSS H.P., REMIE R., VAN ZUTPHEN B.L.: The use of radiotelemetry in small laboratory animals: recent advances. *Contemp Top Lab Anim Sci*, 2001, **40**, 8-16.
44. - KUTZLER M.A., MOHAMMED H.O., LAMB S.V., MEYERS-WALLEN V.N.: Accuracy of canine parturition date prediction from the initial rise in preovulatory progesterone concentration. *Theriogenology*, 2003, **60**, 1187-1196.
45. - KUTZLER M.A., YEAGER A.E., MOHAMMED H.O., MEYERS-WALLEN V.N.: Accuracy of canine parturition date prediction using fetal measurements obtained by ultrasonography. *Theriogenology*, 2003, **60**, 1309-1317.
46. - KYLE B.L., KENNEDY A.D., SMALL J.A.: Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows. *Theriogenology*, 1998, **49**, 1437-1449.

47. - LONG D., MEZZA R., KRAKOWKA S.: Signs of impending parturition in the laboratory bitch. *Lab. Anim. Sci.*, 1978, **28**, 178-181.
48. - LOPATE C.: Estimation of gestational age and assessment of canine fetal maturation using radiology and ultrasonography: A review. *Theriogenology*, 2008, **70**, 397-402.
49. - LORD K., FEINSTEIN M., SMITH B., COPPINGER R.: Variation in reproductive traits of members of the genus *Canis* with special attention to the domestic dog (*Canis familiaris*). *Behavioural Processes*, 2013, **92**, 131-142.
50. - MAEDER B., ARLT S., BURFEIND O., HEUWIESER W.: Application of Vaginal Temperature Measurement in Bitches. *Reprod Domest Anim*, 2012, **47**, 359-361.
51. - MARI I., POUCHOT J., VINCENEUX P.: Mesure de la température corporelle en pratique quotidienne. *La Revue de Médecine Interne*, 1997, **18**, 30-36.
52. - MICHEL E., SPÖRRI M., OHLERTH S., REICHLER I.: Prediction of Parturition Date in the Bitch and Queen. *Reproduction in Domestic Animals*, 2011, **46**, 926-932.
53. - MORENA C., BRANDISSOU S., LAURET M.: Avantages et inconvénients des différents sites de prise de la température corporelle. *Journal de Pharmacie Clinique*, 1999, **17**, 201-10.
54. - NAYLOR J.M., STREETER R.M., TORGERSON P.: Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Res. Vet. Sci.*, 2012, **92**, 121-123.
55. - NICOLAS, L.: Essai d'induction des chaleurs chez la chienne en anoestrus précoce par des implants à base de GnRH: desloréline. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes. Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 2012.
56. - NOAKES D.E., PARKINSON T.J., ENGLAND G.C.W.: Veterinary reproduction and obstetrics. Saunders, Edinburgh; New York, 2009.
57. - OKKENS A.C., HEKERMAN T.W.M., DE VOGEL J.W.A., VAN HAAFTEN B.: Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Veterinary Quarterly*, 1993, **15**, 160-161.
58. - PEARCE J.M.S.: A brief history of the clinical thermometer. *QJM*, 2002, **95**, 251-252.

59. - PRETZER S.D.: Canine embryonic and fetal development: A review. *Theriogenology*, 2008, **70**, 300-303.
60. - QUIMBY J.M., OLEA-POPELKA F., LAPPIN M.R.: Comparison of digital rectal and microchip transponder thermometry in cats. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, 2009, **48**, 402-404.
61. - REYNAUD K., FONTBONNE A., MARSELOO N., VIARIS DE LESEGNO C., THOUMIRE S., CHASTANT-MAILLARD S.: Canine oocyte maturation, fertilization and early embryonic development. 2005.
62. - ROOT KUSTRITZ M.V.: Pregnancy diagnosis and abnormalities of pregnancy in the dog. *Theriogenology*, 2005, **64**, 755-765.
63. - RUCKEBUSCH Y.: Physiologie, pharmacologie, thérapeutique animales. Maloine, Paris, 1977.
64. - SCHNEIDER F., TOMEK W., GRÜNDKER C.: Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and its natural analogues: A review. *Theriogenology*, 2006, **66**, 691-709.
65. - SENGER P.L.: Pathways to pregnancy & parturition. 2012.
66. - SMITH F.O.: Challenges in small animal parturition—Timing elective and emergency cesarian sections. *Theriogenology*, 2007, **68**, 348-353.
67. - SONGSASEN N., WILDT D.E.: Oocyte biology and challenges in developing in vitro maturation systems in the domestic dog. *Animal Reproduction Science*, 2007, **98**, 2-22.
68. - THIBAULT C., LEVASSEUR M.-C.: La reproduction chez les mammifères et l'homme. INRA Editions, Paris, 2001.
69. - TSUTSUI T., MURATA Y.: Variations in Body Temperature in the Late Stage of Pregnancy and Parturition in Bitches. *The Japanese Journal of Veterinary Science*, 1982, **44**, 571-576.
70. - VAISSAIRE J., SECCHI J., HUNT A.: Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire. Maloine, Paris, 1977.
71. - VERONESI M.C., BATTOCCHIO M., MARINELLI L., FAUSTINI M., KINDAHL H., CAIROLI F.: Correlations among body temperature, plasma progesterone, cortisol and prostaglandin F₂α of the periparturient bitch. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*, 2002, **49**, 264-268.

72. - VERSTEGEN-ONCLIN K., VERSTEGEN J.: Endocrinology of pregnancy in the dog: A review. *Theriogenology*, 2008, **70**, 291-299.

73. - VICKERS L.A., BURFEIND O., VON KEYSERLINGK M.A.G., VEIRA D.M., WEARY D.M., HEUWIESER W.: Technical note: Comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2010, **93**, 5246-5251.

74. - VOLLAND-NAIL P.: Les Gonadotropines. Institut national de la recherche agronomique, Paris, 1997.

75. - WEYDEN G.C.V.D., TAVERNE M. a. M., OKKENS A.C., FONTIJNE P.: The intra-uterine position of canine foetuses and their sequence of expulsion at birth. *Journal of Small Animal Practice*, 1981, **22**, 503-510.

76. - WINFIELD C.G., MAKIN A.W.: Prediction of the onset of parturition in sheep from observations of rectal temperature changes. *Livestock Production Science*, 1975, **2**, 393-399.

77. - WRENN T.R., BITMAN J., SYKES J.F.: Body Temperature Variations in Dairy Cattle during the Estrous Cycle and Pregnancy. *Journal of Dairy Science*, 1958, **41**, 1071-1076.

78. - ZONE M., WANKE M., REBUELTO M., LOZA M., MESTRE J., DUCHENE A., CONCANNON P.: Termination of pregnancy in dogs by oral administration of dexamethasone. *Theriogenology*, 1995, **43**, 487-494.

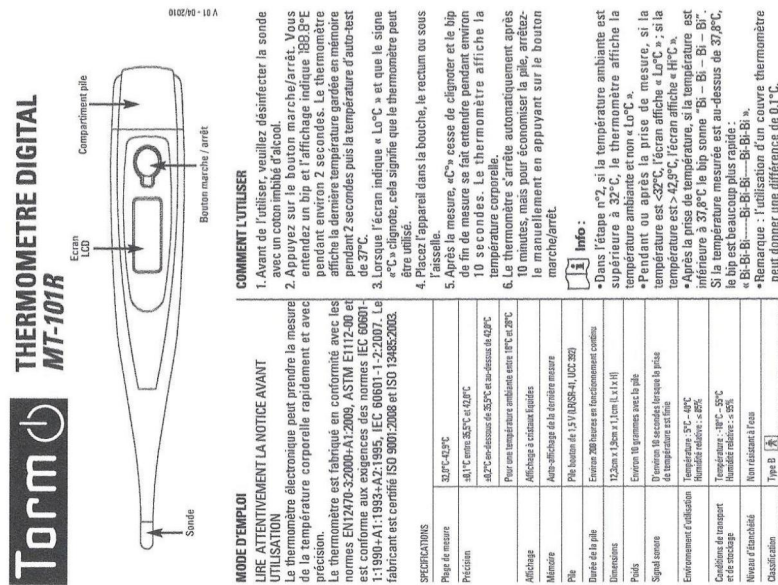


Figure 30 : Notice d'utilisation du thermomètre digital utilisé pour les températures rectales

ANNEXES

ATTENTION

- Ne pas utiliser en cas de lésions importantes de la peau ou de lésions importantes de la température sur un sujet très âgé, dans l'oreille ou pour des températures non corporelles.
- Risque d'étouffement : le capuchon pile et la pile sont susceptibles d'être ingérées. Ne pas laisser à la portée des enfants.
- Ne pas laisser tomber ou tordre le thermomètre.
- Ne pas utiliser le thermomètre pour mesurer des produits chimiques ni avec des diluants.
- Ne pas stocker en plein soleil ni dans des zones très chaudes.
- Ne pas démonter l'appareil. Se reporter à la partie REMPLACEMENT DE LA PILE pour remplacer la pile.
- Eviter les fortes interférences électromagnétiques.
- Ne pas placer la pile du thermomètre à proximité d'une source intense de chaleur, elle risquerait d'exploser.
- Si l'appareil n'est pas utilisé pendant une longue durée, il est recommandé d'enlever la pile.
- Il est recommandé de faire vérifier les piles toutes les 2 ans.
- Direct Value D.C. * CE Equipement de type B
- Attention : lire la notice avant utilisation.
- CE Numéroté de lot
- Fabricant

PRISE DE TEMPÉRATURE BUCCALE

Adultes et nourrissons et les jeunes enfants.

Avant la prise de mesure, gardez la bouche fermée pendant environ 5 mn, puis placez le thermomètre sous la langue à l'un des endroits marqués « ✓ ». Comme indiqué sur le schéma, jusqu'au bip. Pendant la mesure, refermez bien la bouche et respirez doucement par le nez, afin d'éviter d'inspirer de l'air froid. La température normale prise dans la bouche se situe entre 35,7°C et 37,3°C.

PRISE DE TEMPÉRATURE RECTALE (recommandée)

Lubrifiez la sonde avec de la vaseline pour en faciliter l'insertion. Insérez doucement la sonde (bip) dans le rectum jusqu'à ce que le bip se situe entre 36,2°C et 37,7°C.

PRISE DE TEMPÉRATURE AXILLAIRE

Essuyez l'aisselle avec une serviette sèche et essuyez la sonde avec un chiffon propre. Placez le thermomètre dans l'aisselle pendant 5 minutes avant la mesure. Calculez la température normale prise dans la mesure. Calculez la température normale prise dans la mesure. Calculez la température normale prise dans la mesure.

La température normale prise sous l'aisselle se situe entre 35,2°C et 38,7°C. Ce thermomètre ne doit être retenu si des mesures précises sont exigées.

NETTOYAGE ET DESINFECTION

- Avant et après chaque utilisation, nettoyez la sonde avec de l'eau savonneuse tiède. Désinfectez la sonde avec de l'eau savonneuse tiède.
- Ne pas laisser le thermomètre en contact avec des produits chimiques ni avec des diluants.

REMPLACEMENT DE LA PILE

- Quand le symbole apparaît dans le coin droit de l'écran la pile est à remplacer.
- Poussez le couvercle protecteur comme indiqué par la flèche figure 1.
- Retirez la pile du compartiment de la pile d'environ 1cm (voir Figure 2).
- Utiliser un objet pointu (l'embout d'un stylo par exemple) pour sortir la pile de son compartiment.
- Insérer une pile neuve d'1,5V de type SH41, LR41 ou équivalente dans le compartiment de la pile en respectant la polarité (côté positif sur le dessus, voir Figure 3).
- Remettre le couvercle en place.

LES PILES ET LE THERMOMETRE NE DOIVENT PAS ETRE JETES AVEC LES DECHETS MENAGERES. LES PILES SONT DES DECHETS APPROPRIES.

Fabricant : Hangzhou Sejoy Electronics & Instruments Co., LTD. Building 2, No.202, Zhenzhong Road, West Lake Economy & Technology zone, Hang Zhou, CHINE

Mandataire: Shanghai International Trading Corp. GmbH, Effestrasse 80, 20557 Hambourg, ALLEMAGNE

Distributeur : Coopération Pharmaceutique Française, Place Lucien Auvert, 77020 Melun Cedex, FRANCE

Le thermomètre est garanti 1 an. CPF 2 346 687
ACL 9513215
Réf. frs DMT-3704-001 Z

3 401095 132152

CE 0197

Tableau 6 : Températures rectales et températures de capsules collectées sur les chiennes pour l'expérience de comparaison des deux systèmes.

TR : Température rectale en °C

TC préc. : Température de la capsule précédant la prise de température rectale en °C

TC suiv. : Température de la capsule suivant la prise de température rectale en °C

TC moy : Moyenne des températures précédant et suivant la prise de température rectale en °C

Chienne 1				Chienne 2				Chienne 3a				Chienne 3b				Chienne 4a				Chienne 4b			
TR	TC préc.	TC suiv.	TC moy	TR	TC préc.	TC suiv.	TC moy	TR	TC préc.	TC suiv.	TC moy	TR	TC préc.	TC suiv.	TC moy	TR	TC préc.	TC suiv.	TC moy	TR	TC préc.	TC suiv.	TC moy
38,1	37,4	37,1	37,25	38,4	37,1	37,4	37,25	38,1	37,6	37,5	37,55	37,1	36,6	36,6	36,6	37,5	36,7	36,6	36,65	37,2	36,7	36,7	36,7
37,7	35,4	37,2	36,3	38,2	37,4	37,7	37,55	37,9	36,8	37,6	37,2	37,6	36,5	36,4	36,45	37,9	37	37,2	37,1	37,7	37,4	37,2	37,3
38,1	37,5	37,8	37,65	38,4	38,1	37,9	38	38,5	38,3	38,3	38,3	38,1	35,5	37,1	36,3	38,1	37,4	38,1	37,75	37,7	37,2	37,2	37,2
37,7	35,5	36,2	35,85	38,1	37,1	37,3	37,2	38,4	37,8	37,8	37,8	38,1	36,6	36,7	36,65	38,1	37,3	37,7	37,5	38	37,3	37,4	37,35
38,1	36,9	36,1	36,5	38,1	37,1	37,2	37,15	38,1	37,5	37,7	37,6	37,9	37,2	37,2	37,2	38,3	37,3	37,5	37,4	38	37,6	37,5	37,55
37,9	36,2	35,8	36	38	37	37	37	38,4	37,6	38,1	37,85	37,9	36,9	37,2	37,05	38,5	37,4	37,2	37,3	37,9	37,4	37,5	37,45
37,9	35,8	35,6	35,7	38,6	37,3	37,3	37,3	38,7	38,4	38,1	38,25	38,2	37,2	37,2	37,2	38,7	37,5	37,3	37,4	37,7	37,2	37,3	37,25
37,8	36,7	36,9	36,8	38,3	37,4	37,7	37,55	37,9	37,1	37,3	37,2	37,9	36,4	36,6	36,5	38,4	38	38	38	37,7	37,4	37,4	37,4
37,6	37,2	36,7	36,95	38	37,5	36,9	37,2	38	37,7	37,4	37,55	37,9	36,3	36	36,15	37,9	37	37,4	37,2	37,9	37,7	37,5	37,6
37,7	35,3	36,9	36,1	38,4	37,3	37,2	37,25	38,2	37,2	37,6	37,4	37,7	36	36,7	36,35	37,8	36,3	36,7	36,5	37,7	37,2	37,2	37,2
37,7	35,2	35,9	35,55	38,4	37,6	37,8	37,7	37,8	37,4	38	37,7	38	37	37,1	37,05	38,1	37,5	37,2	37,35	38	37,5	36,8	37,15
37,9	36,2	37,1	36,65	38,7	38,1	38,1	38,1	38	36,8	37,5	37,15	37,7	37,3	37,3	37,3	38,3	37,9	38	37,95	37,4	37,1	36,9	37
37,6	36,3	36,1	36,2	38,2	36,8	37,3	37,05	38,8	38,1	38,5	38,3	37,9	37	37,2	37,1	38,3	37,2	37,4	37,3	37	36,9	36,8	36,85
38,1	35,1	36,5	35,8	37,9	37,2	36,7	36,95	38	36,2	37	36,6	38,3	37,7	37,8	37,75	38,2	37,5	37,5	37,5	37,2	36,9	37,2	37,05
37,9	35,3	35,8	35,55	38,3	36,8	37	36,9	37,9	37,2	37,4	37,3	38,5	37,1	36,9	37	38,2	36,7	37	36,85	37,3	37,1	37,2	37,15
38	36,1	35,2	35,65	38,2	36,9	37,3	37,1	38,3	37	37,3	37,15	38,2	36,7	36,7	36,7	38	37,5	37,7	37,6				
37,8	36,2	35,7	35,95	38,6	37,4	37,1	37,25	37,9	37,1	37,6	37,35	38	36,5	36,5	36,5	38,4	37,9	37,8	37,85				
37,8	36,7	37,4	37,05	38,3	37,9	37,3	37,6	38,4	38,1	37,9	38					38	36,8	37,6	37,2				
37,7	37,7	36,9	37,3	38,9	38,4	38	38,2	37,8	36,6	37,3	36,95					38,3	37,6	37,6	37,6				
37,8	37,1	36,7	36,9	38,5	37,2	37,2	37,2	38,4	38	38	38					38,4	37,6	37,8	37,7				
37,9	36,5	37,1	36,8	38,1	37,7	36,5	37,1	37,9	37,2	37,2	37,2					38,3	36,6	37	36,8				
37,7	36,5	36,7	36,6	38,4	36,9	37,8	37,35	37,8	37,2	37,3	37,25					37,9	35,8	36,2	36				
38,1	37,4	36,2	36,8	38,6	38,4	37,9	38,15	38,5	38,3	38,7	38,5					37,9	36,2	37,2	36,7				
38,2	36,4	36,4	36,4	39,3	38,6	38,2	38,4	37,8	36,8	37,7	37,25					39,6	38,1	37,9	38				
				38,5	37,7	37,5	37,6									38,3	37,4	37,7	37,55				

Tableau 7 : Températures et progestéronémie de la chienne 1 autour de la mise-bas

Chienne 1											
Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Dosages de progestérone en ng/mL	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)
-95	37,35	-60	36,98	0,5	10,38	-25	36,55	0,3	10	38,53	-1,85
-94	37,3	-59	37,10	0,25		-24	36,45	0,525	11	38,50	-1,825
-93	37,3	-58	37,23	-0,1		-23	36,53	0,4	12	38,75	-2,025
-92	37,15	-57	36,88	-0,05		-22	36,50	0,725	13	38,63	-2,125
-91	37,075	-56	36,18	0,9		-21	36,53	0,7	14	38,60	-2,025
-90	37,25	-55	35,80	0,85		-20	36,53	0,55	15	38,53	-1,8
-89	37,45	-54	36,53	0,55		-19	36,48	0,375	16	38,58	-1,875
-88	37,375	-53	37,00	-0,125		-18	36,40	0,475	17	38,53	-1,7
-87	37,575	-52	36,98	0,225		-17	36,48	0,225	18	38,43	-1,55
-86	37,575	-51	36,80	-0,575		-16	36,50	0,45	19	38,53	-1,7
-85	37,425	-50	36,30	0,1		-15	36,40	0,825	20	38,63	-1,85
-84	37,475	-49	36,85	0,3		-14	36,68	0,6	21	38,65	-1,8
-83	37,35	-48	36,98	0,225		-13	36,68	0,5	22	38,63	-1,6
-82	37,125	-47	36,93	0,025		-12	36,73	0,125	23	38,50	-1,55
-81	36,825	-46	37,23	-0,325		-11	36,50	0,375	24	38,50	-1,4
-80	37,075	-45	37,23	-0,325		-10	36,58	-0,35	25	38,55	-0,35
-79	36,65	-44	37,08	0,425		-9	36,73	-0,6	26	38,45	-0,55
-78	37,075	-43	36,85	0,425		-8	36,70	-0,125	27	38,53	-0,525
-77	36,875	-42	36,88	0,3		-7	36,83	-1,025	28	38,45	-0,375
-76	37,2	-41	36,70	0,425		-6	36,88	-0,3	29	38,23	0
-75	36,225	-40	36,95	0,375		-5	36,83	-0,025			
-74	36,4	-39	37,23	0		-4	36,78	0,275			
-73	37,15	-38	37,28	0,075		-3	36,85	-0,15			
-72	37,2	-37	37,18	0,075		-2	37,03	-0,475			
-71	36,95	-36	36,85	0,125		-1	36,95	-0,4			
-70	36,9	-35	36,88	0,225		0	37,10	-0,65			
-69	36,9	-34	36,23	1	2,48	1	38,20	-1,675			
-68	37,5	-33	36,13	0,75		2	37,90	-1,4			
-67	37,275	-32	36,58	-0,4		3	38,00	-1,475			
-66	37,175	-31	35,80	0		4	38,08	-1,55			
-65	37,125	-30	36,58	-0,05		5	38,23	-1,75			
-64	37,33	-29	36,80	0,2		6	38,33	-1,925			
-63	37,23	-28	37,05	-0,075		7	38,58	-2,1			
-62	37,35	-27	36,70	0,1		8	38,53	-2,025			
-61	37,25	-26	36,55	-0,25		9	38,63	-2,225			

Tableau 8 : Températures et progestéronémie de la chienne 2 autour de la mise-bas

Chienne 2									
Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Dosages de progestérone en ng/mL	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)
-50	37,5		9,22	-19	36,85	0,5	12	38,35	-1,75
-49	37,475			-18	36,75	0,575	13	38,45	-1,825
-48	37,5			-17	36,625	0,825	14	38,325	-1,65
-47	37,45			-16	36,8	0,7	15	38,15	-1,4
-46	37,375			-15	36,675	0,8	16	38,175	-1,45
-45	37,475			-14	36,575	0,925	17	38,375	-1,85
-44	37,425			-13	36,65	0,875	18	38,225	-1,65
-43	37,35			-12	36,6	1	19	38,2	-1,625
-42	37,325			-11	36,625	0,975	20	38,275	-1,725
-41	37,45			-10	36,675	0,85	21	38,125	-1,45
-40	37,5			-9	36,75	0,7	22	38,15	-1,575
-39	37,475			-8	36,725	0,725	23	38,125	-1,525
-38	37,5			-7	36,525	0,7	24	38,025	-1,45
-37	37,525			-6	36,575	0,625	25	38,325	-0,925
-36	37,6			-5	36,575	0,6	26	38,15	-0,7
-35	37,6			-4	36,55	0,725	27	38,4	-1,025
-34	37,525			-3	36,675	0,45	28	38,25	-0,675
-33	37,45			-2	36,575	0,55	29	38,525	-0,525
-32	37,45			-1	36,6	0,6	30	38,65	-0,6
-31	37,225			0	36,575	0,55	31	38,45	-0,4
-30	37,2			1	37,4	-0,225	32	38,375	-0,375
-29	37,175			2	37,45	-0,15	33	38,775	-0,5
-28	37,275			3	37,375	-0,4	34	38,5	-0,175
-27	37,125			4	37,575	-0,5	35	38,375	-0,2
-26	37,125	0,375		5	38	-1,15	36	38,425	-0,075
-25	37,2	0,275		6	38,05	-1,3	37	38,525	-0,075
-24	37,125	0,375		7	38,05	-1,425	38	38,425	-0,1
-23	37,175	0,275		8	38	-1,2	39	38,625	-0,475
-22	37,3	0,075		9	38,275	-1,6	40	38,575	-0,4
-21	36,975	0,5		10	38,325	-1,75	41	38,625	-0,25
-20	37,075	0,35	1,98	11	38,175	-1,525	42	38,525	-0,3

Tableau 9 : Températures et progestéronémie de la chienne 3 autour de la mise-bas

Chienne 3													
Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Dosages de progestérone en ng/mL	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Dosages de progestérone en ng/mL
-114	36,75		-77	36,875	-0,65	6,59	-40	37,15	-0,875	-3	36,95	-0,575	2,05
-113	36,6		-76	36,775	-0,175		-39	36,975	-1,05	-2	37,05	-0,775	
-112	36,6		-75	36,825	0,15		-38	37,1	-1	-1	37,25	-0,975	
-111	36,625		-74	36,625	0,025		-37	36,925	-0,5	0	37,375	-0,9	
-110	36,55		-73	36,15	0,425		-36	37,025	-0,3	1	37,575	-1,375	
-109	36,35		-72	36,225	0,425		-35	37	-0,575	2	37,65	-1,425	
-108	36,125		-71	36,275	0,875		-34	37,25	-1,225	3	37,325	-1,25	
-107	36,3		-70	36,475	0,6		-33	36,425	0,075	4	37,6	-1,65	
-106	36,35		-69	36,1	0,95		-32	36,9	-0,9	5	37,75	-1,225	
-105	36,15		-68	35,925	1,075		-31	36,8	-0,675	6	37,875	-1,425	
-104	36,125		-67	35,95	0,925		-30	36,275	0,075	7	37,675	-1,35	
-103	35,925		-66	35,775	1,175		-29	36,05	0,7	8	37,65	-0,875	
-102	36,225		-65	36,275	0,7		-28	36,375	-0,05	9	37,225	-0,7	
-101	36,6		-64	35,925	1		-27	36,275	0,075	10	37,7	-0,9	
-100	36,975		-63	36,1	0,775		-26	36,275	0,3	11	37,3	-0,675	
-99	36,65		-62	36,425	0,45		-25	36,475	-0,175	12	37,4	-0,425	
-98	36,575		-61	36,725	0,3		-24	36,2	0,275	13	37,475	-0,425	
-97	36,65		-60	36,425	0,375		-23	36,225	0,1	14	37,725	-0,675	
-96	37,15		-59	36,025	0,85		-22	36,075	0,775	15	37,75	-0,425	
-95	37,075		-58	36,5	0,65		-21	35,95	0,875	16	38,075	-0,825	
-94	37,05		-57	36	0,925		-20	36,525	0,225	17	37,8	-0,525	
-93	37		-56	36,125	0,35	6,45	-19	36,45	-0,05	18	37,775	-0,425	
-92	36,875		-55	36,35	0,325		-18	36,325	0,525	19	37,55	-0,125	
-91	36,95		-54	36,75	-0,6		-17	36,775	0,125	20	37,375	-0,3	
-90	36,975		-53	36,325	0,025		-16	36,525	0,825	21	37,375	-0,725	
-89	36,925	-0,175	-52	36,35	0,525		-15	36,8	0,35				
-88	36,875	-0,275	-51	36,575	0,2		-14	36,625	0,35				
-87	36,875	-0,275	-50	36,3	0,525		-13	36,975	0,125				
-86	37,025	-0,4	-49	36,475	0,15		-12	37,05	-0,125				
-85	36,8	-0,25	-48	36,325	-0,175		-11	37,05	-0,025				
-84	36,875	-0,525	-47	36,85	-0,625		-10	37,325	-0,325				
-83	37,15	-1,025	-46	36,825	-0,55		-9	37,25	0				
-82	36,925	-0,625	-45	36,75	-0,275		-8	37,275	-0,85				
-81	36,475	-0,125	-44	36,4	-0,3		-7	37,35	-0,45				
-80	36,675	-0,525	-43	36,85	-0,925		-6	37,425	-0,625				
-79	36,15	-0,025	-42	36,9	-0,95		-5	37,075	-0,8				
-78	36,35	-0,425	-41	37,35	-1,575		-4	36,65	-0,6				

Tableau 10 : Températures et progestéronémie de la chienne 4 autour de la mise-bas

Chienne 4									
Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Dosages de progestérone en ng/mL	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)
-77	37,45		-40	37,325	0,075	13,63	-3	37,1	-0,25
-76	37,65		-39	37,375	0,025		-2	37,25	-0,625
-75	37,675		-38	37,15	0,25		-1	37,25	-0,55
-74	37,225		-37	37,05	0,4		0	37,8	-1,075
-73	37,25		-36	37,25	0,3		1	38,15	-1,35
-72	37,3		-35	36,6	0,9		2	38,025	-1,25
-71	37,3		-34	37	0,275		3	38,05	-1,325
-70	37,35		-33	37,025	0,525		4	38,2	-1,4
-69	37,3		-32	37	0,375		5	38,1	-1,25
-68	37,025		-31	36,8	0,7		6	38,225	-1,375
-67	36,875		-30	36,9	0,525		7	38,025	-1,225
-66	37,175		-29	36,975	0,375		8	38,175	-1,375
-65	37,4		-28	36,85	0,5		9	38,25	-1,275
-64	37,4		-27	36,625	0,625		10	38,225	-1,4
-63	37,4		-26	36,7	0,825		11	38,225	-1,175
-62	37,45		-25	36,725	0,625		12	38,275	-1,175
-61	37,55		-24	36,8	0,3		13	38,375	-1,05
-60	37,5		-23	36,775	0,125		14	38,225	-0,825
-59	37,275		-22	36,725	0,425		15	38,3	-1
-58	37,55		-21	36,8	0,475		16	38,3	-1,3
-57	37,375		-20	36,85	0,4	1,62	17	38,275	-1,15
-56	37,5		-19	36,85	0,6		18	38,225	-1,275
-55	37,425		-18	36,8	0,725		19	38,25	-1,175
-54	37,35		-17	36,8	0,675		20	38,3	-1,55
-53	37,35		-16	36,975	0,45		21	38,3	-1,3
-52	37,25	0,2	-15	36,825	0,5		22	38,175	-1,075
-51	37,525	0,125	-14	37,05	0,325		23	38,2	-0,95
-50	37,35	0,325	-13	37,1	0,05		24	38,125	-0,875
-49	37,1	0,125	-12	37,325	-0,275		25	37,975	-0,175
-48	36,9	0,35	-11	37,4	-0,15		26	38,075	0,075
-47	37,15	0,15	-10	37,3	-0,7		27	38,1	-0,075
-46	37,275	0,025	-9	37	0		28	38,025	0,025
-45	37,25	0,1	-8	37,125	-0,1				
-44	37,45	-0,15	-7	36,95	0,05				
-43	37,525	-0,5	-6	37,075	-0,275				
-42	37,475	-0,6	-5	36,75	0,15				
-41	37,425	-0,25	-4	37	-0,025				

Tableau 11 : Températures de la chienne 5 autour de la mise-bas

Chienne 5														
Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)
-138	37,65		-108	37,425	0,05	-78	37,45	0,075	-48	38,35	-1,125	-18	39,375	-1,5
-137	37,48		-107	37,48	0,1	-77	37,23	0,275	-47	38,30	-1,1	-17	39,53	-1,75
-136	37,4		-106	37,3	0,125	-76	37,15	0,4	-46	38,225	-1,125	-16	39,65	-1,875
-135	37,35		-105	37,375	0,05	-75	37,25	0,25	-45	37,975	-0,95	-15	39,725	-1,95
-134	37,575		-104	37,65	-0,05	-74	37,3	0,1	-44	37,825	-0,75	-14	39,875	-2,1
-133	37,475		-103	37,525	0,1	-73	37,225	0,3	-43	37,875	-0,725	-13	39,775	-2,025
-132	37,58		-102	37,50	0,1	-72	37,20	0,3	-42	37,78	-0,8	-12	39,78	-2,025
-131	37,425		-101	37,55	-0,1	-71	37,1	0,3	-41	37,775	-0,65	-11	39,6	-1,85
-130	37,425		-100	37,5	0,2	-70	37,025	0,4	-40	37,775	-0,8	-10	39,5	-1,675
-129	37,6		-99	37,4	0,25	-69	37,075	0,4	-39	37,775	-0,65	-9	39,325	-1,5
-128	37,625		-98	37,525	-0,1	-68	37,15	0,15	-38	37,75	-0,625	-8	39,3	-1,325
-127	37,60		-97	37,50	0,025	-67	36,98	0,275	-37	37,75	-0,6	-7	39,40	-1,55
-126	37,45		-96	37,4	0,05	-66	37,125	0,1	-36	37,75	-0,5	-6	39,625	-1,775
-125	37,7		-95	37,425	-0,05	-65	36,975	0,25	-35	37,825	-0,525	-5	40,05	-2,3
-124	37,65		-94	37,475	-0,125	-64	37,125	0,25	-34	37,825	-0,525	-4	40,05	-2,275
-123	37,425		-93	37,3	0,025	-63	37,125	0,15	-33	37,975	-0,6	-3	39,65	-1,875
-122	37,53		-92	37,25	0,2	-62	37,15	0,45	-32	37,85	-0,425	-2	39,20	-1,45
-121	37,45		-91	37,225	0,175	-61	37,25	0,35	-31	37,85	-0,425	-1	39,1	-1,175
-120	37,375		-90	37,225	0,15	-60	37,3	0,125	-30	37,75	-0,275	0	39,175	-1,325
-119	37,35		-89	37,375	0,05	-59	37,3	0,125	-29	37,775	-0,225	1	38,675	-0,825
-118	37,325		-88	37,275	0,3	-58	37,375	0,05	-28	37,775	-0,125	2	37,7	0,175
-117	37,45		-87	37,60	-0,025	-57	37,43	-0,1	-27	37,75	-0,075	3	38,30	-0,2
-116	37,4		-86	37,6	-0,075	-56	37,425	-0,325	-26	37,925	-0,125	4	38,15	0,225
-115	37,375		-85	37,425	0	-55	37,475	-0,25	-25	37,85	-0,025	5	37,7	1,025
-114	37,425		-84	37,425	-0,025	-54	37,55	-0,15	-24	37,85	0,575	6	37,75	1,2
-113	37,575	0,075	-83	37,425	0	-53	37,65	-0,2	-23	37,875	0,475	7	37,9	1,475
-112	37,58	-0,1	-82	37,33	0,15	-52	37,68	-0,45	-22	38,10	0,2	8	38,10	1,425
-111	37,525	-0,125	-81	37,1	0,2	-51	37,8	-0,65	-21	38,375	-0,15	9	38,2	1,45
-110	37,425	-0,075	-80	37,225	0,15	-50	37,825	-0,575	-20	38,725	-0,75	10	38,625	1,1
-109	37,4	0,175	-79	37,4	0,25	-49	38,425	-1,125	-19	38,95	-1,125	11	38,7	1,175

Tableau 12 : Températures et progestéronémie de la chienne 6 autour de la mise-bas

Chienne 6												
Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Dosages de progestérone en ng/mL	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)	Heure par rapport à la mise-bas (en heure)	TC (en °C)	Ecart de températures avec la veille (en °C)
-85	37,225		-50	36,9	0,15	12,47	-15	36,3	0,325	20	37,775	-0,375
-84	36,85		-49	37,075	0,375		-14	36,3	0,825	21	37,8	-0,3
-83	36,55		-48	36,525	0,25		-13	36,425	0,55	22	38,525	-1
-82	36,5		-47	36,9	-0,075		-12	36,575	0,85	23	38,5	-1,425
-81	37,35		-46	37	-0,125		-11	36,6	0,4	24	37,8	-0,425
-80	36,775		-45	37,15	-0,4		-10	36,625	-0,35	25	38,1	-0,125
-79	36,8		-44	37,425	-0,5		-9	36,525	0,225	26	38,2	-0,375
-78	37,15		-43	37,475	-1,25		-8	36,65	-0,225	27	38,125	-0,325
-77	37,4		-42	37,3	-0,55		-7	36,625	0,05	28	38,05	0,025
-76	37,15		-41	36,95	-0,225		-6	36,5	0,5	29	38,35	-0,2
-75	36,75		-40	37,25	-0,25	7,08	-5	37,225	-0,475	30	38,475	-0,7
-74	37,05		-39	36,625	0,575		-4	37,4	-0,75	31	38,25	-0,275
-73	37,45		-38	37,125	0,1		-3	37,5	-0,8	32	37,875	0,475
-72	36,775		-37	36,975	0,125		-2	37,525	-1,2	33	38,05	0,325
-71	36,825		-36	37,425	-0,25		-1	37,075	-0,85	34	37,825	0,55
-70	36,875		-35	37	0,45		0	37,375	-0,55	35	38,125	0,3
-69	36,75		-34	36,275	0,425		1	37,975	-1,4	36	38,4	-0,275
-68	36,925		-33	36,75	-0,025		2	37,825	-1,25	37	38,325	0,1
-67	36,225		-32	36,425	0,425		3	37,8	-1,525			
-66	36,75		-31	36,675	0,125		4	38,075	-2,125			
-65	36,725		-30	37	-0,15	7,02	5	38,15	-1,65			
-64	37		-29	36,75	0,15		6	37,775	-1,475			
-63	37,2		-28	36,65	0,2		7	37,975	-1,3			
-62	37,225		-27	36,7	0,45		8	38,35	-1,95			
-61	37,1	0,125	-26	36,325	0,575		9	38,375	-2,075			
-60	37,175	-0,325	-25	36,225	0,85		10	38,375	-2,075			
-59	37,45	-0,9	-24	36,825	-0,3		11	38,425	-2			
-58	36,7	-0,2	-23	36,575	0,325		12	38,125	-1,55			
-57	36,725	0,625	-22	36,575	0,425		13	38,425	-1,825			
-56	36,85	-0,075	-21	36,275	0,875		14	38,625	-2			
-55	36,8	0	-20	35,95	1,475		15	38,425	-1,9			
-54	36,85	0,3	-19	36,5	0,975		16	38,15	-1,5			
-53	36,9	0,5	-18	36,3	1		17	37,65	-1,025			
-52	36,85	0,3	-17	36,675	0,275		18	37,975	-1,475			
-51	37,15	-0,4	-16	36,4	0,85		19	38,025	-0,8			

Vu : Le Professeur Rapporteur

De l'Ecole Nationale Vétérinaire,
Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes
Atlantique ONIRIS

Professeur

Professeur

Dr. Djamil BENCHARIF

Maitre de Conférences

Vu : La Directrice Générale

De l'Ecole Nationale Vétérinaire,
Agroalimentaire et de l'Alimentation
Nantes Atlantique ONIRIS
D. BUZONI-GATEL

Nantes, le 15/10/15

Vu:

Le Président de la Thèse

Professeur P. BARRIERE

WS -

Vu :

Le Doyen de la Faculté de
Médecine de Nantes

Professeur Pascale JOLIET

Vu et permis d'imprimer

NOM :

NOM: FOUR LONNENAH

Prénom :

Agnès

ESSAI DE DETECTION DE LA MISE-BAS CHEZ LA CHIENNE AU MOYEN D'UN CAPTEUR DE TEMPERATURE PLACE SOUS LE MUSCLE

RESUME

La chute de température précédant la mise-bas chez la chienne est très utilisée en pratique vétérinaire, mais peu d'études donnent une allure précise de cette courbe de température. L'objectif de notre étude est de tester les capsules ANIPILL® pour la surveillance de la mise-bas de la chienne. Ces capteurs de températures sont implantés sous le muscle droit de l'abdomen et collectent des températures toutes les 15 minutes. Toutes les chiennes étudiées ont présenté une chute de température à la fin de leur gestation. Les courbes de température obtenues sont plus précises que celles obtenues avec des températures rectales prises manuellement. L'application en clientèle vétérinaire des capsules ANIPILL® serait intéressante, bien que difficile à mettre en place avec les contraintes actuelles.

The decline in body temperature before parturition in the bitch is currently used in veterinary practice but few studies present a precise temperature curve. The aim of this study is to show the efficacy of the ANIPILL® device in predicting the occurrence of parturition in bitches. The temperature sensors are implanted under the rectus abdominis muscle and record temperature every 15 minutes. Each bitch included in the study presented a decline of body temperature in the late stage of pregnancy. The temperature curves obtained are more precise than those obtained with rectal temperatures. The application of the ANIPILL® device in veterinary practice would be interesting although there are too many constraints at the moment.

MOTS CLES : Chienne – Parturition - Température corporelle – Reproduction – Télémétrie

JURY : Président : Mr Paul BARRIERE, Professeur
 Rapporteur : Mr Djemil BENCHARIF, Maître de conférences
 Assesseur : Mme Lamia BRIAND-AMIRAT, Maître de conférences

ADRESSE DE L'AUTEUR : 12 rue des Rochais, 44120 VERTOU

IMPRIMEUR : COREP-Jonelière, 25 route de la Jonelière 44000 NANTES