

Année 2019

DÉTERMINATION DE L'OVULATION CHEZ LES CHIENNES DE RACE LABRADOR : MESURE DE LA RÉSISTIVITÉ DU MUCUS VAGINAL A L'AIDE DE LA SONDE DRAMINSKY

THÈSE pour obtenir le grade de DOCTEUR VÉTÉRINAIRE,
présentée et soutenue publiquement devant
LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

Le 31 Octobre 2019

par

Romain LAMOLET

Né le 24 Juin 1994 à Paris 9^{ème}

DIRECTEUR DE THESE : M. Alain FONTBONNE, Maître de Conférences à l'ENVA

INVITÉ : Mme Catherine BOUCHER

Président	Professeur CHEVALIEZ
1 ^{er} Assesseur	M. Alain FONTBONNE
2ème Assesseur	Mme Morgane CANONNE-GUIBERT

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL
Maitre de Conférences à l'EnvA
Maitre de Conférences à l'EnvA

Liste des membres du corps enseignant

Directeur : Pr Christophe Degueurce

Directeur des formations : Pr Henry Chateau

Directrice de la scolarité et de la vie étudiante : Dr Catherine Colmin

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs C. Pilet, B. Toma, A.-L. Parodi, R. Morailon, J.-P. Cotard, J.-P. Mialot & M. Gogny



Département d'Élevage et de Pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

Unité pédagogique d'anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs - Dr Fernandez Parra Rocio, Maître de conférences associée - Pr Verwaerde Patrick* Unité pédagogique de clinique équine - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Léila, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Chargée d'enseignement contractuelle - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier - Dr Herout Valentin, Chargé d'enseignement contractuel - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespoulhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier* - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier Unité pédagogique de médecine et imagerie médicale - Dr Bencheikroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guibert Morgane, Maître de conférences - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guénec Christelle, Maître de conférences	Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudelmman Nicolas, Maître de conférences Unité pédagogique de pathologie chirurgicale - Pr Fayolle Pascal - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Viateau-Duval Véronique* Discipline : cardiologie - Pr Chetboul Valérie Discipline : ophtalmologie - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences Discipline : nouveaux animaux de compagnie - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
--	--

Département des Productions Animales et de Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments - Pr Augustin Jean-Christophe* - Dr Bolnot François, Maître de conférences - Pr Carlier Vincent Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie - Dr Crozet Guillaume, Chargé d'enseignement contractuel - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Rivière Julie, Maître de conférences Unité pédagogique de pathologie des animaux de production - Pr Adjou Karim - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences* - Dr Delsart Maxime, Maître de conférences associé - Pr Millemann Yves - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier - Dr Ravary-Plumioën Bérangère, Maître de conférences	Unité pédagogique de reproduction animale - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Denis Marine, Chargée d'enseignement contractuelle - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr Mauffré Vincent, Maître de conférences Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Aline, Maître de conférences - Pr Grimard-Balif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
---	--

Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Desquilbet Loïc - Adjoint : Pr Pilot-Storck Fanny

Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques - Dr Boissady Emilie, Chargée d'enseignement contractuelle - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Robert Céline* Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie - Pr Boulouis Henri-Jean - Pr Eloit Marc - Dr Lagrée Anne-Claire, Maître de conférences - Pr Le Poder Sophie - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences* Unité pédagogique de biochimie, biologie clinique - Pr Bellier Sylvain* - Dr Deshuillers Pierre, Chargé d'enseignement contractuel - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences* Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Pr Desquilbet Loïc, (Biostatistique, Épidémiologie) - Dr Marnigac Geneviève, Maître de conférences*	Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Briand Amaury, Assistant d'Enseignement et de Recherche Contractuel (rattaché au DEPEC) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Veronica, Maître de conférences Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie - Dr Kohlhauser Matthias, Maître de conférences - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences* - Pr Tissier Renaud Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Gilbert Caroline (Éthologie) - Pr Pilot-Storck Fanny (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tirez Laurent (Physiologie, Pharmacologie)* Discipline : éducation physique et sportive - M. Philips Pascal, Professeur certifié
---	--

* responsable d'unité pédagogique

Professeurs émérites :

Mmes et MM. : Combrisson Hélène, Enriquez Brigitte, Panthier Jean-Jacques, Paragon Bernard.

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, Professeur à la Faculté de Médecine de Créteil, pour avoir accepté de présider cette thèse, dont le projet me tient à cœur.

A M. Alain FONTBONNE, Maître de Conférences à l'ENVA, pour m'avoir encadré et soutenu dans ce projet de thèse durant ces trois années et pour m'avoir fait confiance dans la réalisation de celle-ci.

A Mme Morgane CANONNE-GUIBERT, Maître de Conférences à l'ENVA, pour avoir accepté d'être accessoir de cette thèse et pour m'avoir suivi dans mes différents projets depuis plusieurs années.

A ma famille, ma sœur, ma mère et mon père pour m'avoir soutenu dans l'ensemble de mes projets depuis tant d'années.

A Soline, pour ta présence, ton soutien et tout ce que tu m'apportes au quotidien.

A mes amis d'Alfort, pour ces années qui resteront comme les plus belles de ma vie.

A Royal Canin, pour avoir permis cette thèse et m'avoir apporté un soutien financier pour la réalisation de celle-ci.

A Draminsky, pour nous avoir fourni les sondes vaginales permettant la réalisation de cette étude expérimentale.

A l'ensemble des éleveurs ayant acceptés de participer au protocole mis au point pour ma thèse.

Table des matières

Liste des figures	4
Liste des tableaux.....	7
Introduction.....	9
Première partie : étude bibliographique	11
I. Rappel de physiologie de la reproduction canine	13
1. <i>Description du cycle sexuel de la chienne</i>	13
a. La puberté	13
b. Les différentes phases du cycle sexuel	13
2. <i>Les hormones intervenant lors du cycle sexuel</i>	15
a. Les hormones hypothalamiques.....	15
b. Les gonadotropines (LH et FSH).....	15
c. Les hormones ovariennes	16
d. Les autres hormones intervenant durant la phase lutéale	17
3. <i>Fécondation et fertilité</i>	18
II. Les méthodes actuelles du suivi du cycle sexuel	19
1. <i>Les modifications comportementales et morphologiques</i>	19
2. <i>La cytologie vaginale</i>	20
a. Les différents types de cellules et l'indice éosinophilique	20
b. Réalisation du frottis vaginal.....	21
c. Interprétation du frottis vaginal	22
3. <i>L'examen endoscopique du vagin</i>	24
4. <i>Le dosage des hormones sexuelles</i>	26
5. <i>L'échographie ovarienne</i>	28
III. Une méthode plus récente mais controversée : la résistivité du mucus vaginal comme moyen de suivi des chaleurs et du moment de l'ovulation	29
1. <i>Description de la méthode</i>	29
2. <i>Des études controversées sur l'utilisation de cette méthode chez les Canidés</i>	29
a. Chez la chienne.....	29
b. Chez le Renard.....	32
3. <i>L'évolution de la résistivité du mucus vaginal chez différentes espèces</i>	33
a. Chez les Bovins.....	33
b. Chez les petits Ruminants	35
c. Chez la Jument.....	36
d. Chez la Truie	36
e. Des données dans d'autres espèces.....	38
Deuxième partie : partie expérimentale : Utilisation de la sonde DRAMINSKY pour détecter l'ovulation chez les chiennes de race Labrador.....	39
I. Objectif de l'étude	41
II. Matériels et méthodes.....	41
1. <i>Expérience préliminaire de désinfection de la sonde</i>	41
2. <i>Animaux</i>	41
3. <i>Matériels</i>	42
a. Description, fonctionnement et utilisation de l'appareil	42
b. Matériel fourni aux éleveurs.....	44
4. <i>Méthodes</i>	45

III. Etude de l'évolution de la résistivité du mucus vaginal chez 23 chiennes de race Labrador au cours de leurs chaleurs	46
1. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 1 de l'élevage 1.....	46
2. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 2 de l'élevage 1.....	48
3. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 3 de l'élevage 1.....	50
4. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 4 de l'élevage 1.....	52
5. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 5 de l'élevage 2.....	54
6. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 6 de l'élevage 2.....	56
7. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 7 de l'élevage 2.....	58
8. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 8 de l'élevage 1.....	60
9. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 9 de l'élevage 1.....	62
10. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 10 de l'élevage 3.....	64
11. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 11 de l'élevage 2.....	66
12. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 12 de l'élevage 2.....	68
13. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 13 de l'élevage 1.....	70
14. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 14 de l'élevage 1.....	72
15. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 15 de l'élevage 1.....	74
16. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 16 de l'élevage 1.....	76
17. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 17.....	78
18. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 18 de l'élevage 2.....	80
19. Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 19 de l'élevage 2.....	82
20. Chiennes exclues de l'étude	84
IV. Synthèse des résultats.....	84
1. Synthèse des résultats de l'expérience préliminaire concernant la désinfection de la sonde.....	84
2. Synthèse des résultats de l'évolution de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs chez les chiennes présentes dans l'étude.....	85
3. Synthèse des résultats de l'évolution de la progestéronémie au cours des chaleurs chez les chiennes présentes dans l'étude	87
V. Discussion	88
1. Analyse des résultats synthétiques de l'évolution de la résistivité du mucus vaginal	88
2. Analyse des résultats synthétiques de l'évolution de la progestéronémie	92

3. <i>Limites de l'étude</i>	93
4. <i>Optimisation de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal</i>	95
a. Optimisation de la détermination du moment de l'ovulation.....	95
b. Evolution de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs et détermination du moment de l'ovulation	95
c. Evolution de la résistivité du mucus vaginal au cours de cycles oestriques anovulatoires.....	97
d. Influence de la zone de mesure de la résistivité du mucus vaginal	97
e. Importance du bon nettoyage de la sonde	98
5. <i>Intérêt du dosage de la progestérone dans la détermination du moment de l'ovulation</i>	98
6. <i>Avantages et risques de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal lors du suivi de chaleurs</i>	98
a. Avantages de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal lors du suivi de chaleurs.....	98
b. Risques de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal lors du suivi de chaleurs	99
7. <i>Conseils d'utilisation de la sonde DRAMINSKY</i>	100
Conclusion de la partie expérimentale	103
Conclusion	105
Annexe	107
Liste des références bibliographiques	109

Liste des figures

Figure 1 : synthèse des étapes du cycle oestral chez la chienne par Tiret (ENVA, UC78).....	14
Figure 2 : Variation des différentes hormones au cours du cycle sexuel chez la chienne (Fontbonne et Garnier, 2017).....	17
Figure 3 : Représentation du moment idéal de mise à la reproduction lors de saillie naturelle ou d'insémination en semence fraîche (Clero, 2009).....	18
Figure 4 : Les différents types de cellules observables lors de la réalisation d'un frottis vaginal (d'après LUC, 2004).....	21
Figure 5 : Réalisation d'un frottis vaginal (Rosset et Buff, 2009).....	22
Figure 6 : Etat de la muqueuse vaginale au cours du pro-oestrus (England et Concannon, 2002).....	24
Figure 7 : Etat de la muqueuse vaginale au cours de l'oestrus (England et Concannon, 2002).....	25
Figure 8 : Concentration en LH ($\mu\text{g/L}$) et en FSH (U/L) autour du pic de LH (moment 0) (De Gier et al, 2006).....	26
Figure 9 : concentration en progestérone (point, nmol/L) et en LH (carré, $\mu\text{g/L}$) autour du pic de LH (moment 0) (De Gier et al, 2006).....	27
Figure 10 : Image échographique d'ovaires avec un follicule pré-ovulatoire (ligne pointillée jaune) (Frayse, 2014).....	28
Figure 11 : Photographie de la sonde Draminsky (un ohmètre) utilisée au cours de l'étude.....	43
Figure 12 : Photographie des tubes utilisés pour conserver le plasma hépariné....	44
Figure 13 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 1 au cours des chaleurs.....	47
Figure 14 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 2 au cours des chaleurs.....	49
Figure 15 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 3 au cours des chaleurs.....	51
Figure 16 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 4 au cours des chaleurs.....	53

Figure 17 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 5 au cours des chaleurs.....	55
Figure 18 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 6 au cours des chaleurs.....	57
Figure 19 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 7 au cours des chaleurs.....	59
Figure 20 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 8 au cours des chaleurs.....	61
Figure 21 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 9 au cours des chaleurs.....	63
Figure 22 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 10 au cours des chaleurs.....	65
Figure 23 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 11 au cours des chaleurs.....	67
Figure 24 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 12 au cours des chaleurs.....	69
Figure 25 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 13 au cours des chaleurs.....	71
Figure 26 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 14 au cours des chaleurs.....	73
Figure 27 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 15 au cours des chaleurs.....	75
Figure 28 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 16 au cours des chaleurs.....	77
Figure 29 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 17 au cours des chaleurs.....	79

Figure 30 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 18 au cours des chaleurs.....	81
Figure 31 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points orange) de la chienne 19 au cours des chaleurs.....	83
Figure 32 : Evolution moyenne de la résistivité du mucus vaginal et écart-types de celle-ci autour de l'ovulation (représentée par le 0) chez les 19 chiennes chez qui un suivi de la résistivité a pu être réalisé tout au long du cycle.....	85
Figure 33 : Evolution de la moyenne et des écart-types de la progestéronémie entre 96 heures avant l'ovulation et 96 heures après celle-ci, chez les 18 chiennes de l'étude.....	88
Figure 34 : Document, rédigé par la société Draminsky, que nous avons fourni avec le protocole expérimental, décrit dans la partie matériel et méthode.....	107

Liste des tableaux

Tableau 1 : Détail des chiennes ayant participées à l'étude.....	42
Tableau 2 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 1 de l'élevage 1.....	46
Tableau 3 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 2 de l'élevage 1.....	48
Tableau 4 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 3 de l'élevage 1	50
Tableau 5 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 4 de l'élevage 1.....	52
Tableau 6 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 5 de l'élevage 2.....	54
Tableau 7 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 6 de l'élevage 2.....	56
Tableau 8 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 7 de l'élevage 2.....	58
Tableau 9 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 8 de l'élevage 1.....	60
Tableau 10 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 9 de l'élevage 1.....	62
Tableau 11 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 10 de l'élevage 3.....	64
Tableau 12 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 11 de l'élevage 2.....	66
Tableau 13 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 12 de l'élevage 2.....	68
Tableau 14 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 13 de l'élevage 1.....	70
Tableau 15 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 14 de l'élevage 1.....	72
Tableau 16 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 15 de l'élevage 1.....	74
Tableau 17 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 16 de l'élevage 1.....	76

Tableau 18 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 17.....	78
Tableau 19 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 18 de l'élevage 2.....	80
Tableau 20 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 19 de l'élevage 2.....	82
Tableau 21 : Evaluation du moment de l'ovulation via la mesure de la résistivité du mucus vaginal, en suivant les critères du fabricant (chute de 30% de la résistivité du mucus vaginal), chez les 19 chiennes, chez qui l'étude a pu être réalisée. Le moment de l'ovulation réelle est celui qui a été évaluée par dosage de la progestérone.....	89
Tableau 22 : Décalage entre l'ovulation réelle détectée par dosage de la progestérone et le moment de l'ovulation détectée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY, chez les 18 chiennes chez qui le protocole a pu être correctement mené...	91
Tableau 23 : Valeurs de progestéronémie (ng/mL) autour et au moment de l'ovulation chez les chiennes de l'étude.....	92

Introduction

De nos jours, les éleveurs canins cherchent à gagner en technicité dans différents domaines. Un de ces domaines est la maîtrise de la reproduction de leurs chiennes, et notamment l'optimisation de la réussite des saillies naturelles ou des inséminations artificielles. En effet, depuis le développement des inséminations artificielles (en semence réfrigérée ou congelée), les éleveurs cherchent à ce que ces actes soient accomplis dans la période de fertilité maximale de la chienne, afin d'optimiser les chances de réussite. Les techniques les plus couramment utilisées afin de détecter l'ovulation chez la chienne, et donc la période optimale pour l'insémination, sont aujourd'hui, le dosage de la progestérone sanguine chez les chiennes en chaleurs, le frottis vaginal, et l'échographie ovarienne. Cependant de nouvelles techniques sont apparues au cours des dernières années et notamment la mesure de la résistivité du mucus vaginal, technique qu'a développé le laboratoire Draminsky dans le cadre de la réalisation de différentes gammes de sondes vaginales, permettant de mesurer ce paramètre. Des études portant sur la répétabilité et la fiabilité de cette technique ont déjà été réalisées, dans la race Beagle. Afin de pouvoir, ou non, étendre ces résultats à une autre race, nous avons choisi de tester, au cours de ce travail de thèse, la fiabilité de la sonde Draminsky pour détecter l'ovulation, chez des chiennes de race Labrador, au cours de leurs chaleurs.

Avant donc de présenter les résultats expérimentaux, nous allons revenir sur des points fondamentaux, nécessaires à la bonne compréhension de cette thèse, notamment sur des rappels physiologiques du cycle sexuel de la chienne, sur les différentes méthodes du suivi de ce cycle, et sur les recherches et connaissances déjà acquises en terme de mesure de la résistivité du mucus vaginal au cours du cycle sexuel. En seconde partie, après avoir présenté les résultats expérimentaux, nous les discuterons avant de conclure quant à l'efficacité de la mesure de la résistivité du mucus vaginal pour détecter l'ovulation chez les chiennes de race Labrador.

PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I-Rappels de la physiologie de la reproduction canine

I-1 Description du cycle sexuel de la chienne

a- La puberté

En moyenne la puberté, définit comme l'apparition des premières chaleurs, se produit chez la chienne, entre 8 et 10 mois. Cependant des variations existent d'une race à l'autre, avec une puberté qui se déclenche entre 5 et 6 mois pour les petites races, entre 6 et 8 mois pour les races de taille moyenne, entre 12 et 15 mois pour les races de grande taille et entre 18 et 24 mois pour les races géantes (Pineda, 2003). Ces premières chaleurs font particulièrement l'objet de cycles atypiques avec notamment des phénomènes de chaleurs silencieuses, se caractérisant par des chaleurs avec peu de modifications morphologiques ou comportementales (surtout sur des chiennes d'appartement, isolées), des phénomènes de chaleurs disjointes (Fontbonne et *al.*, 2000), correspondant à une succession de chaleurs avec ou sans ovulation, et des phénomènes de chaleurs fractionnées, correspondant à un épisode de chaleurs s'arrêtant brutalement après 8 à 10 jours, sans ovulation, et avec réapparition d'un cycle 2 à 10 semaines plus tard (Levy *al.*, 2007).

b- Les différentes phases du cycle sexuel

Les phases du cycle sexuel chez la chienne sont habituellement classées selon des modifications morphologiques et comportementales, observées au cours de chacune d'elles. Les chiennes présentent des chaleurs tous les quatre à douze mois (Pineda, 2003), les variations étant individuelles et raciales. Il semblerait que la saison ait une influence sur le déclenchement des chaleurs, celles-ci étant plus fréquentes au début de printemps et à l'automne (Chatdarong et *al.*, 2007).

Quatre phases cliniques se succèdent au cours du cycle. La première est le pro-œstrus, durant de 3 à 17 jours, en moyenne 9 jours (Fontbonne et *al.*, 2007 ; Phemister et *al.*, 1973 ; Tsutsui et *al.*, 1989 ; Concannon et Nelson, 1975 ; Concannon et Hansel, 1973 et 1977 ; Holst et Phemister, 1974). Durant cette première phase, un écoulement vulvaire hémorragique est visible chez la chienne, dû à une hyperhémie utérine, ainsi qu'une augmentation de la turgescence vulvaire. Au niveau comportemental, durant le pro-œstrus, la chienne attire les mâles, par sécrétion de phéromones, mais refuse la saillie. Une fatigabilité ou une excitabilité est également visible ainsi qu'une baisse de l'appétit et une augmentation de la prise de boissons et de la fréquence des mictions.

Succède au pro-œstrus, l'œstrus (Concannon et Hansel, 1975), qui dure entre 3 à 21 jours et en moyenne 9 jours. Durant cette phase, la chienne accepte la saillie, elle prend notamment des positions de lordose au contact des mâles et présente

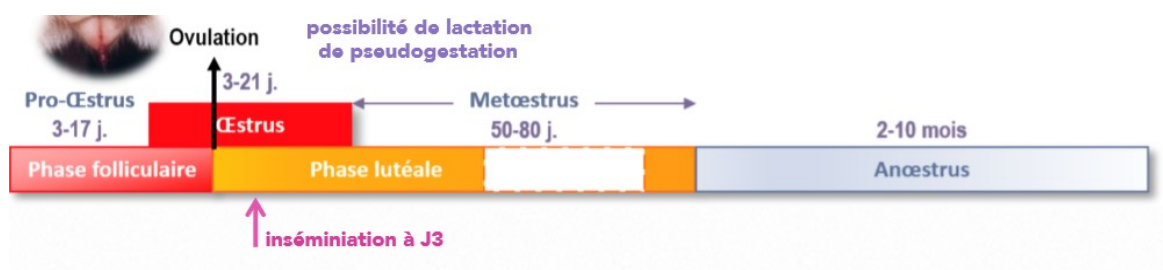
un réflexe d'Amentea (consiste en une déviation latérale de la queue). Les écoulements vulvaires diminuent et souvent s'éclaircissent. C'est à cette période que la femelle ovule et peut être fécondée.

Vient ensuite le metoestrus ou dioestrus, qui débute à partir du moment où la chienne refuse l'accouplement. Cette période dure en moyenne de 57 à 65 jours en cas de gestation et 75 jours en cas de pseudogestation (Fontbonne et *al.*, 2007, Holst et Phemister, 1974), correspondant, dans les deux cas, à la période de vie des corps jaunes. Au cours du metoestrus, les pertes sanguines disparaissent totalement et la congestion vulvaire diminue. Un gonflement du tissu mammaire peut être observé, plus ou moins important selon qu'il y est ou non gestation. Cette période couvre la gestation et la lactation si la chienne est gestante.

Enfin entre le metoestrus et le pro-œstrus, se déroule l'anoestrus, d'une durée variable de 2 à 10 mois (selon la race, l'individu et la photopériode) (Concannon, 1993 et 1998) et qui correspond à un repos sexuel apparent.

Un autre intervalle peut être défini, il s'agit de l'interoestrus, soit l'intervalle entre deux périodes de chaleur apparentes (pro-œstrus et œstrus), d'une durée variable de 4 à 12 mois (moyenne de 7 mois) selon les individus et les races. D'autres facteurs peuvent faire varier la durée de l'interoestrus : c'est le cas de la photopériode. En effet, il a été remarqué (Concannon, 1998) que les chiennes logées en chenil extérieur présentaient un œstrus plus précoce. Un lien avec la sécrétion de prolactine a été soupçonné (Concannon, 1998)

Figure 1 : synthèse des étapes du cycle oestral chez la chienne d'après Tiret (ENVA, UC78)



I-2 Les hormones intervenant lors du cycle sexuel

La période des chaleurs se divise en deux phases d'activité ovarienne (Driancourt et *al.*, 1991) :

- la phase folliculaire correspondant à la phase de croissance des follicules ovariens

- la phase lutéale correspondant à la régression des follicules non sélectionnés et la mise en place des corps jaunes faisant suite à l'ovulation. A noter que chez la chienne, la lutéinisation est précoce, caractérisable par l'augmentation de la progestéronémie avant l'ovulation.

Durant ces deux phases, différentes hormones sont sécrétées et permettent de comprendre les modifications comportementales et morphologiques étudiées précédemment.

a- Les hormones hypothalamiques

L'hormone hypothalamique dont nous allons parler est la GnRH (Gonadotropins Releasing Hormone). Cette hormone est synthétisée par les neurones de l'hypothalamus (il s'agit donc d'une neurohormone) et parvient à l'hypophyse par le système porte hypophysaire. Sa sécrétion se fait de manière pulsatile et en fonction de la fréquence et de l'amplitude des pics de sécrétion, on observe une transcription plus ou moins importante des gènes codant pour les gonadotropines (LH et FSH) (Rinjborg, 1996 ; Concannon, 1986 ; Concannon et Hansel, 1989). En phase lutéale, sa sécrétion est faible, et à relier à l'augmentation de la progestéronémie, exerçant alors un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus, alors qu'elle est plus élevée en phase folliculaire (Karsch et Bowen, 1997), stimulant alors la sécrétion des gonadotropines et notamment celle de LH au moment du pic pré-ovulatoire.

b- Les gonadotropines (LH et FSH)

La FSH (Follicle Stimulating Hormone) est l'hormone responsable de la croissance folliculaire. Elle est synthétisée par la *pars distalis* de l'antéhypophyse, sous stimulation par la GnRH. Cette hormone stimule les cellules de la granulosa (cellules folliculaires), permettant ainsi la synthèse d'œstradiol et d'inhibine, ces dernières exerçant un rétrocontrôle négatif sur l'antéhypophyse et donc sur la sécrétion de FSH. En effet la concentration sanguine de FSH est élevée en début de phase folliculaire, permettant la croissance folliculaire puis chute durant la phase

folliculaire tardive par rétrocontrôle négatif des œstrogènes et de l'inhibine (Concannon, 1986). La concentration plasmatique en FSH augmente au moment du pic de LH (ou un peu avant). Cette augmentation dure 100 +/- 8 heures (De Gier et *al.*, 2006) atteignant un pic de 13.8 +/- 2 U/L. Pendant le metoestrus, les valeurs restent stables et basses

La LH (Luteinizing Hormone) est synthétisée par le lobe antérieur de l'hypophyse, sous stimulation de la GnRH. En début de phase folliculaire, sa concentration plasmatique est faible puis augmente de façon progressive (pendant un à cinq jours) avant un pic de sécrétion de courte durée de 36 heures +/- 5 heures (De Gier et *al.*, 2006) précédant l'ovulation de 48 heures (Concannon, 1998). La valeur de ce pic est de 18.7 +/- 5.8 ng/mL (Concannon, 1998), soit vingt fois la valeur de base. Le pic de LH étant responsable de l'ovulation et donc de la formation des corps jaunes. La LH ayant un rôle lutéotrope, on remarque chez la chienne, un phénomène de lutéinisation pré-ovulatoire. Enfin l'augmentation de la progestéronémie en phase lutéale exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH.

c- Les hormones ovariennes

La progestérone est synthétisée par différentes entités : les cellules de la thèque, les cellules de la granulosa, et les corps jaunes. Durant le pro-œstrus la progestéronémie présente des valeurs basales proches de celles observées lors de l'anoestrus. Chez le chien, du fait d'une lutéinisation pré-ovulatoire, on observe une augmentation de la sécrétion de progestérone, par les follicules ovariens, avant l'ovulation. Cette augmentation ayant lieu autour du pic de LH (12 heures avant à 20 heures après) (De Gier et *al.*, 2006). Selon une étude (Marseloo et Fontbonne, 2004), la valeur de la progestéronémie autour de l'ovulation est proche de 5.39 +/- 1.52 ng/mL. Les valeurs de progestéronémie connaissent un léger plateau avant d'augmenter de nouveau pour atteindre des valeurs élevées en début de phase lutéale (De Gier et *al.*, 2006). Du fait d'une phase lutéale prolongée (64 +/- 1 jours) la progestéronémie reste élevée durant cette phase, avec des valeurs allant de 15 à 82 ng/mL (Guerin, 1998) puis tend à décroître progressivement chez les chiennes non gestantes en fin de phase lutéale. Ces valeurs élevées de progestéronémie exercent un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse et donc la sécrétion de LH et de prolactine en particulier. Finalement, la progestéronémie redevient basale (inférieure à 1 ng/mL) 75 jours après l'ovulation (De Gier et *al.*, 2006).

L'œstradiol est sécrété par les cellules de la granulosa et dans une moindre mesure, les cellules de la thèque interne. Sa concentration plasmatique augmente lentement en début de phase folliculaire, du fait de la croissance des follicules ovariens, puis brutalement en fin de phase folliculaire, avant de chuter brusquement autour du pic de LH. En effet, les valeurs maximales de l'œstradiolémie sont atteintes entre 16 heures avant le pic de LH et 4 heures après

celui-ci (De Gier et *al.*, 2006). Ces valeurs redeviennent basales 80 heures après le pic. La concentration plasmatique en oestradiol est de 353 ± 140 pmol/L (Concannon, 1986) au moment de l'ovulation.

Pendant un intervalle de temps très bref, l'oestradiol exerce un rétrocontrôle positif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, permettant l'augmentation de la sécrétion pulsatile de GnRH et donc le pic de LH.

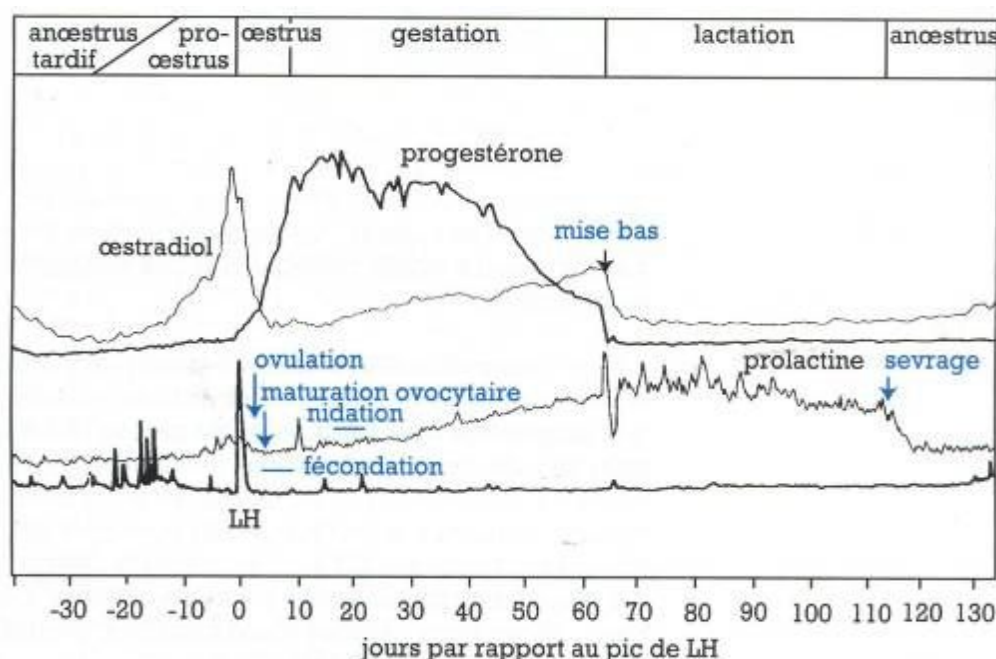
d- Les autres hormones intervenant durant la phase lutéale

En cas de gestation, on observe une augmentation de la concentration plasmatique en relaxine, sécrétée par le placenta, les ovaires et les tissus mammaires, suite à l'implantation (Olson et *al.*, 1982). On observe également en metoestrus une augmentation de la concentration plasmatique de prolactine, sécrétée par l'adénohypophyse et ayant un rôle lutéotrope.

Chez les femelles non gestantes, la concentration en prolactine diminue en fin de metoestrus, sauf en cas de pseudogestation, alors qu'elle reste élevée chez les femelles gestantes, permettant la lactation. (Nett et *al.*, 1975 ; Olson et *al.*, 1982).

La concentration plasmatique en relaxine chute, elle, après la mise-bas.

Figure 2 : Variation des différentes hormones au cours du cycle sexuel chez la chienne (Fontbonne et Garnier, 2017)



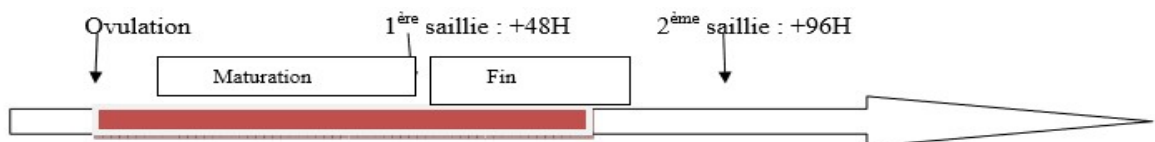
Cette figure montre les variations des différentes hormones (œstradiol, progestérone, LH et prolactine) au cours du cycle sexuel et notamment par rapport au pic de LH (jour 0). On remarque notamment que l'œstradiol connaît un pic autour de celui de LH (ce dernier précédant l'ovulation de 48 heures), que la progestérone commence à augmenter peu de temps avant le pic de LH puis atteint son maximum au cours du metoestrus, avant de chuter avant la mise bas (moment où se produit également une augmentation d'œstradiol) et que la prolactine augmente tout au long du metoestrus, et reste élevée en fin de metoestrus et au cours de la lactation en cas de lactation réelle ou de lactation de pseudogestation.

I-3 Fécondation et fertilité

L'ovulation a lieu 2 à 3 jours après le pic de LH (selon Renton et *al.*, 1993 et Renton et *al.*, 1992), l'ovocyte est expulsé au stade de prophase I dans la bourse ovarienne et commence alors sa maturation. Les premiers stades de métaphases II ne sont visibles que 54 heures après l'ovulation (Reynaud, Fontbonne et *al.*, 2005), c'est à ce stade que l'ovocyte devient fécondable. Ainsi on en déduit qu'il existe un délai de deux jours entre l'ovulation et le moment où les spermatozoïdes peuvent féconder l'ovocyte. Les spermatozoïdes étant capable de survivre 3.5 à 6 jours dans les voies génitales femelles (Guerin, 1998) et les ovocytes restant fertiles pendant 5 jours en moyenne (England et *al.*, 2006), on comprend que la saillie ou l'insémination, pour une fertilité optimale, aura lieu 2 à 4 jours après l'ovulation, quand les follicules sont matures et n'ont pas encore dégénérés.

Ceci doit être en revanche nuancé. En effet lorsque la chienne est saillie par monte naturelle ou via une insémination artificielle (IA) avec de la semence fraîche, des gestations ont été observées lorsque l'acte en question était réalisé 5 jours avant l'ovulation et jusqu'à 5 jours après celle-ci, les spermatozoïdes ayant alors une durée de vie de 3.5 à 6 jours. En revanche lorsque la chienne est inséminée avec de la semence réfrigérée ou congelée, les spermatozoïdes ayant une durée de vie inférieure à 24/45 heures, il est conseillé de réaliser l'insémination strictement entre 2 et 4 jours après l'ovulation (Guerin, 1998 ; Levy et Fontbonne, 2007).

Figure 3 : Représentation du moment idéal de mise à la reproduction lors de saillie naturelle ou d'insémination en semence fraîche (Clero, 2009)



On remarque sur cette figure une première flèche, correspondant au moment de l'ovulation, espacée d'une seconde flèche, correspondant au moment optimal de la première insémination artificielle en semence fraîche, par la période de maturation des ovocytes d'une durée d'environ 2 jours. La seconde insémination artificielle est réalisée, de façon optimale, deux jours après la première, comme l'indique la troisième flèche.

II- Les méthodes actuelles de suivi du cycle sexuel

II-1- Les modifications comportementales et morphologiques

La chienne, qui ovule spontanément, présente une variation du moment où l'ovulation se produit d'une période de chaleurs à l'autre. La capacité de déterminer l'ovulation apparaît donc critique chez cette espèce (Wildt et *al.*, 19778) Ainsi déterminer la période de reproduction optimale chez la chienne peut être difficile, du fait de cette variation individuelle et de la faible corrélation entre le jour où se produit l'ovulation et celui où commence le comportement d'œstrus.

Pour rappel, les chaleurs commencent par l'apparition d'un écoulement vulvaire d'aspect hémorragique, pendant le pro-oestrus. Pendant le pro-oestrus et l'oestrus un œdème vulvaire de taille croissante au cours de ces périodes est également présent. Les écoulements deviennent plus discrets et plus clairs lors du passage en oestrus. Selon Wildt et *al.* (1978), l'ovulation survient 2 à 3 jours après le changement d'aspect des écoulements. L'observation du réflexe d'Amantea, qui apparaît au cours de l'oestrus mais qui ne peut également jamais apparaître ou au contraire très précocement, est également utilisé par les éleveurs comme signe d'acceptation du mâle et donc de comportement oestral, mais reste une technique peu fiable pour détecter la période de reproduction optimale (Feldman et Nelson, 1996), la chienne étant un de ces espèces avec une faible corrélation entre le cycle hormonal et le comportement d'oestrus.

Afin de déterminer le moment optimal de mise à la reproduction, de nombreux éleveurs comptent le nombre de jours depuis le début de pro-oestrus et considèrent que les femelles ovulent un certain nombre de jours après cet événement. Bien que la majorité des chiennes ovulent entre 9 et 14 jours après le début du pro-oestrus (Wildt et *al.*, 1978), l'ovulation peut survenir dès 5 jours après le début du pro-oestrus et jusqu'à 30 jours après le début de celui-ci (Pineda, 2003). Ainsi cette méthode n'est pas optimale pour déterminer la période mise à la reproduction de l'animal.

Un critère qui peut être utile pour les éleveurs est le changement de la texture ou de la tonicité de la vulve. Durant, le pro-oestrus, il y a une augmentation de la

turgescence vulvaire en réponse à l'augmentation de la concentration plasmatique en œstrogènes. Peu de temps avant l'ovulation, cette concentration chute brutalement, de façon concomitante à l'augmentation de la concentration plasmatique en progestérone, ceci ayant pour conséquence la réduction de l'œdème vulvaire. Ainsi un examen clinique de la vulve, plusieurs fois par jour, permettrait de façon raisonnable mais non optimale de détecter la période optimale de mise à la reproduction, l'ovulation se manifestant deux jours après la réduction de l'œdème vulvaire (England et Von Heimandahl, 2010)

II-2- La cytologie vaginale

Au cours des chaleurs, du fait de l'imprégnation oestrogénique, se produit une différenciation progressive des cellules de l'épithélium vaginal. Ainsi le frottis vaginal va refléter l'évolution des cellules du vagin, du col utérin et de l'utérus concomitamment aux variations hormonales de la chienne.

II-2-a-Les différents types de cellules et l'indice éosinophilique (Wright,1990)

Les cellules parabasales, de 15 à 25 micromètres de diamètre, sont rondes et non kératinisées, au noyau volumineux et au cytoplasme basophile de petite taille. Elles apparaissent bleues avec la coloration de Harris-Shorr (Wright, 1990).

Les cellules intermédiaires, de 20 à 75 micromètres de diamètre, sont plus larges que les cellules parabasales et leur noyau moins volumineux.

Les cellules superficielles kératinisées ont un contour cellulaire irrégulier, un noyau pycnotique voir sont anucléées, et ont un cytoplasme acidophile. Elles apparaissent donc orange à la coloration de Harris-Shorr.

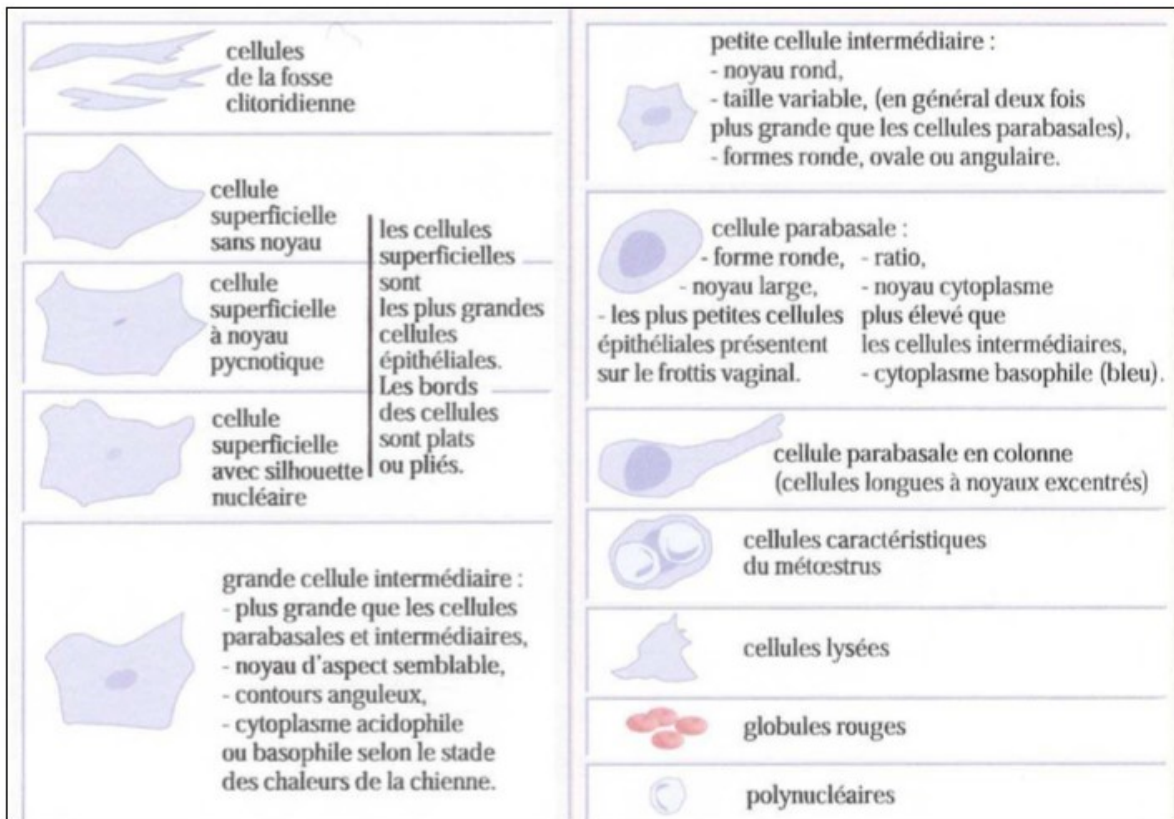
Les polynucléaires neutrophiles peuvent être présents en faible nombre en conditions normales au cours du cycle oestral sauf au moment de l'oestrus. Leur nombre augmente dans le cas d'inflammation du tractus uro-génital, comme lors de vaginite ou de pyomètre. Par ailleurs, leur réapparition indique le début du metoestrus

Des érythrocytes peuvent également être observés au cours du cycle et notamment au moment du pro-oestrus.

Enfin des bactéries peuvent être présentes sur le frottis dans des cas pathologiques (pyomètre, vaginite,...)

L'indice éosinophilique défini par Evans et Savage (1970), correspond au rapport entre le nombre de cellules kératinisées visibles sur le frottis et le nombre total de cellules capables de se kératiniser sur le frottis. Celui-ci est proche de 0 en début de pro-oestrus et peut atteindre 80 à 100% au moment de l'ovulation.

Figure 4 : les différents types de cellules observables lors de la réalisation d'un frottis vaginal (d'après LUC, 2004)



II-2-b- Réalisation du frottis vaginal

La collecte, la coloration et l'examen microscopique des cellules épithéliales vaginales est une méthode simple pour surveiller le stade du cycle oestral, en particulier lors de l'examen en série.

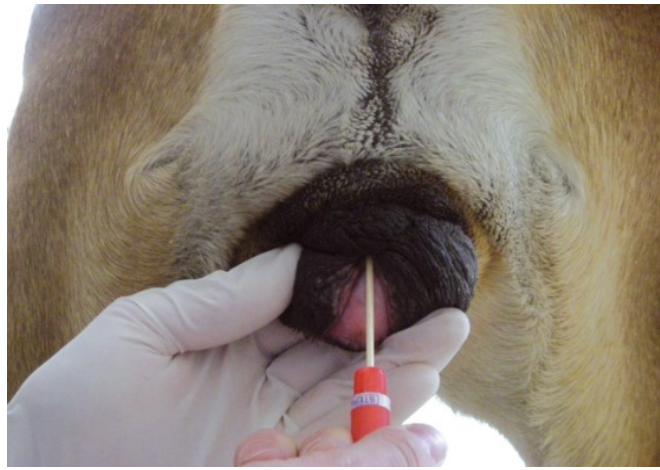
L'augmentation de la concentration plasmatique d'œstrogènes pendant le pro-oestrus et l'oestrus provoque un épaissement de la paroi vaginale, probablement comme un mécanisme de protection de la muqueuse autrement délicate au moment de l'accouplement. Les oestrogènes provoquent un épaissement de la muqueuse vaginale principalement par augmentation du nombre de couches cellulaires. La muqueuse passe d'un épithélium cuboïde en anoestrus, à un épithélium pavimenteux stratifié et kératinisé au moment de l'oestrus (England et Concannon, 2002).

Suite à l'ovulation, à mesure que la concentration plasmatique en progestérone augmente, on observe une élimination des couches superficielles de l'épithélium précédemment développé et l'apparition d'un nouvel épithélium cubique simple, comme ce qui avait pu être observé au cours de l'anoestrus. Pendant le

metoestrus, un important afflux de polynucléaires neutrophiles se produit également.

La collecte des cellules de l'épithélium vaginal peut se faire par aspiration de la cavité vaginale à l'aide d'un cathéter en plastique mais on utilise traditionnellement un écouvillon stérile, imbibé de solution saline. Cet écouvillon est introduit dans le vagin avec un angle de 45 degré par rapport à l'horizontale. L'écouvillon est alors lentement poussé au sein du vagin et une fois qu'une résistance se fait sentir, celui-ci est placé horizontalement et repoussé jusqu'au col de l'utérus. L'écouvillon est alors roulé doucement sur la surface de la muqueuse vaginale. A noter que les écouvillons peuvent (ou doivent même) être introduits et enlevés avec un petit speculum afin de diminuer les traumatismes au niveau de la muqueuse vaginale. Une fois les cellules collectées, elles sont étalées sur une lame stérile de microscope puis fixer avec des fixateurs. La lame est ensuite colorée.

Figure 5 : Réalisation d'un frottis vaginal (Rosset et Buff, 2009)



II-2-c- Interprétation du frottis vaginal.

Au cours du pro-oestrus, lorsque la concentration plasmatique en oestrogènes augmente, les cellules épithéliales vaginales changent de forme, de taille et de coloration. On passe ainsi de cellules parabasales à des cellules intermédiaires. Ainsi au cours du pro-oestrus, on peut observer des cellules parabasales, des cellules intermédiaires, mais également des érythrocytes (à relier à l'écoulement hémorragique visible en pro-oestrus), et des polynucléaires neutrophiles en tout début de pro-oestrus. L'indice éosinophilique atteindra près de 80% en fin de pro-oestrus.

Au cours de l'oestrus, les cellules intermédiaires, visibles au cours du pro-oestrus, se développent en cellules superficielles. Ainsi pendant la phase d'oestrus, la quasi-totalité des cellules sont kératinisées et le frottis est riche en cellules, qui sont

alors regroupées en amas. L'épithélium vaginal comporte alors de 12 à 20 couches cellulaires de cellules superficielles. Le frottis est alors dépourvu d'érythrocytes de polynucléaires neutrophiles. L'indice éosinophilique est alors supérieur à 90% chez plus de 67% des chiennes (Linde et Karlsson, 1984)

Au début du metoestrus, les cellules superficielles disparaissent et de petites cellules parabasales réapparaissent. Les polynucléaires neutrophiles qui sont absents sur le frottis d'oestrus, du fait d'un épaissement de la muqueuse vaginale qui constitue alors une barrière à leur migration vers la lumière vaginale, réapparaissent au moment du metoestrus, période où se produit une desquamation épithéliale laissant apparaître une muqueuse plus fine et également un effet chimio-attractif important dans la lumière vaginale. Ainsi pendant le metoestrus, l'indice éosinophilique chute de 20 % avec une augmentation parallèle du nombre de cellules basophiles parabasales (Phemister et *al.*, 1973).

Enfin en anoestrus, on observe quelques cellules intermédiaires et des cellules parabasales et un frottis pauvre en cellules, l'épithélium vaginal n'étant constitué que de 2 à 4 couches.

On remarque donc que les proportions relatives des différents types cellulaires peuvent renseigner sur la phase du cycle oestral et donc refléter l'environnement endocrinien.

Selon England et Von Heimendahl (2010), la période fertile peut être prédite grossièrement en calculant le pourcentage de cellules superficielles anucléées. La mise à la reproduction doit être tentée tout au long de la période où plus de 75% des cellules du frottis sont des cellules superficielles anucléées, car chez la plupart des chiennes, cela coïncide avec la période fertile. Cependant, il existe une grande variation entre les chiennes et dans certains cas, le pourcentage de cellules superficielles anucléées atteint presque 100% dès 9 jours avant l'ovulation ou au contraire seulement 2 jours avant l'ovulation. Inversement, dans certains cas, la valeur maximale de l'indice éosinophilique peut atteindre seulement 60 % (England et Von Heimandahl, 2010).

Ainsi on peut dégager les avantages et les inconvénients de cette méthode qu'est la cytologie vaginale. Tout d'abord, la cytologie vaginale est une méthode peu coûteuse et facile à réaliser. Elle permet le suivi des différentes étapes du cycle (prooestrus, oestrus, metoestrus). En revanche, comme décrit précédemment, les changements dans la cytologie vaginale ne peuvent être utilisés prospectivement pour déterminer le moment exact de l'ovulation. L'apparition du premier frottis de metoestrus permet de dater l'ovulation de façon retrospective, le metoestrus apparaissant 5 jours en moyenne après l'ovulation (Phemister et *al.*, 1973).

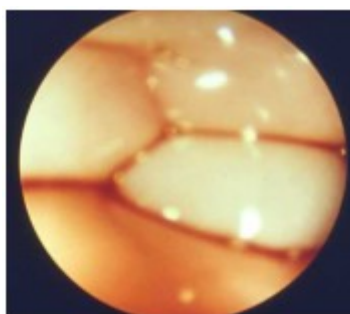
II-3- L'examen endoscopique du vagin (selon England et Von Heimandahl, 2010 et Lévy, 2016)

L'examen endoscopique du vagin peut être utile pour déterminer le stade du cycle oestral et donc le moment optimal de mise à la reproduction. Avant toute utilisation de l'appareil endoscopique, les lèvres vulvaires doivent être nettoyées avec une solution désinfectante diluée si possible. Un gel lubrifiant peut également être utilisé et appliqué sur la gaine externe afin de limiter les traumatismes sur la muqueuse vaginale.

En anoestrus, le vestibule du vagin et les plis de la muqueuse vaginale ont une faible épaisseur et un aspect relativement mince. Le système vasculaire sous-jacent est alors visible, les plis apparaissant alors rouge à rouge rosé. La muqueuse est sèche ou relativement collante en apparence. Lorsque les plis vaginaux sont examinés de profil, ils ont un aspect petit, rond et flasque.

Au cours du pro-oestrus, la concentration plasmatique en oestrogènes augmentant, celle-ci entraîne un épaissement et un œdème de la muqueuse vaginale. Les plis muqueux apparaissent donc fortement hypertrophiés, épaissis et œdémateux. Un liquide séro-hémorragique peut être observé dans la lumière et s'écouler du col. La muqueuse vaginale change également de couleur, rouge pendant l'anoestrus avec des vaisseaux visibles, elle devient rose à rose pâle. En effet, à mesure que le pro-oestrus progresse, la surface de la muqueuse devient progressivement moins rose et apparaît généralement blanche, la muqueuse s'épaississant, les capillaires sous-jacents ne deviennent alors plus visibles. Par ailleurs, du fait de l'épaississement de la muqueuse, la lumière vaginale devient difficilement visible.

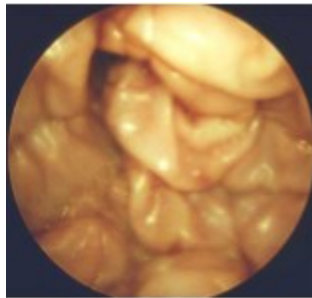
Figure 6 : Etat de la muqueuse vaginale au cours du pro-oestrus (England et Concannon, 2002)



En pro-oestrus tardif ou en début d'oestrus, aux alentours du pic de LH, on observe un rétrécissement progressif des plis vaginaux et simultanément une muqueuse vaginale devenant plus pâle. Par la suite, au cours de l'oestrus, le rétrécissement de la muqueuse vaginale s'accompagne d'un plissement important de celle-ci. Les plis de la muqueuse développent alors un aspect anguleux, aiguisés, irréguliers et restent blancs. La muqueuse commence à apparaître plus sèche et chez de

nombreuses chiennes, devient blanche crémeuse. L'épithélium subissant un aplatissement progressif, prend l'aspect d'un accordéon. Entre le moment de l'ovulation et la maturation ovocytaire le degré de crénulation de la muqueuse devient maximal.

Figure 7 : Etat de la muqueuse vaginale au cours de l'oestrus (England et Concannon, 2002)



A la fin de la période fertile, en début de metoestrus, il y a une perte de l'intégrité de l'épithélium vaginal. Le passage de l'endoscope peut alors soulever de grandes plaques de cellules pariétales. L'excrétion complète des couches supérieures de l'épithélium se réalise dans les 48 premières heures de metoestrus. Les plis muqueux deviennent de moins en moins distincts, de plus en plus flasques et la muqueuse de plus en plus lisse. La surface de la muqueuse devient colorée avec des tâches blanchâtres mélangées à des zones d'épithélium rougeâtres minces. Enfin à mesure que la phase lutéale progresse, il y a une réduction du diamètre de la lumière, semblable à celui observé en anoestrus.

Une corrélation positive a donc été montrée entre le début de l'ovulation et le début de la phase anguleuse, ainsi qu'entre la période de fécondation optimale et la suite de la phase anguleuse. En effet, le début de la période fertile peut être détecté en observant le début du rétrécissement de la muqueuse sans angulation excessive, tandis que le rétrécissement brut des plis muqueux avec une angulation marquée des plis muqueux est caractéristique de la période optimale de fécondation. Ainsi il est préférable que la mise à la reproduction se fasse environs 4 jours après le début de rétrécissement de la muqueuse ou au début de la période d'angulation évidente des plis muqueux. La fin de la période de fécondation est détectée en observant le décollement de l'épithélium vaginal et le développement d'un aspect « panaché » à la surface de la muqueuse. Cependant, aucune étude ne semble avoir été réalisée afin de comparer l'efficacité de l'endoscopie vaginale, par rapport à la mesure de progestéronémie, afin de détecter l'ovulation.

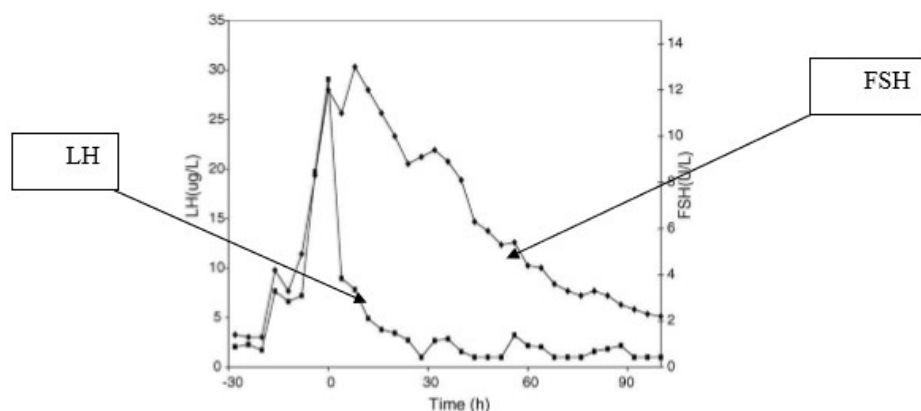
On peut donc conclure que cette méthode présente l'avantage de permettre de suivre l'évolution du cycle oestral et de détecter la période fertile et optimale de fécondation. En revanche elle présente comme inconvénients de nécessiter de matériel couteux, et d'un manipulateur habitué.

II-4-Le dosage des hormones sexuelles

La mesure de la concentration plasmatique de différentes hormones peut être utilisée pour déterminer l'ovulation. Il s'agit de la Luteinizing Hormone (LH) et de la progestérone (P4).

La concentration plasmatique en LH connaît un pic 48 heures (De Gier et *al.*, 2006) avant l'ovulation. La détection de ce pic semble donc être, *a priori*, une méthode fiable et précise pour détecter l'ovulation. Cependant, la valeur du pic est variable d'un individu à un autre (Hase et Hori, 1993) avec des valeurs allant de 13.6 à 42.4 ng/mL. De plus dans une étude, il a été montré que l'ovulation se produisait en moyenne 2.03 +/- 0.64 jours après le pic de LH, témoignant d'une imprécision sur la connaissance du jour de l'ovulation de 12 heures environ (Marseloo et Fontbonne, 2004). Par ailleurs, dans la plupart des pays, il n'existe pas de tests commerciaux facilement disponibles pour mesurer la LH canine. La mesure repose sur des techniques de radio-immunologie (RIA), souvent coûteuses, non sans danger pour les laborantins (radioactivité) et nécessitant plusieurs prises de sang par jour (3 au moins) car la durée du pic de LH est courte. Pour toutes ces raisons et car il existe une grande variation d'un individu à un autre dans la forme (parfois bifide) et l'amplitude du pic, il semblerait qu'au final cette méthode n'est pas optimale pour détecter l'ovulation (De Gier et *al.*, 2006).

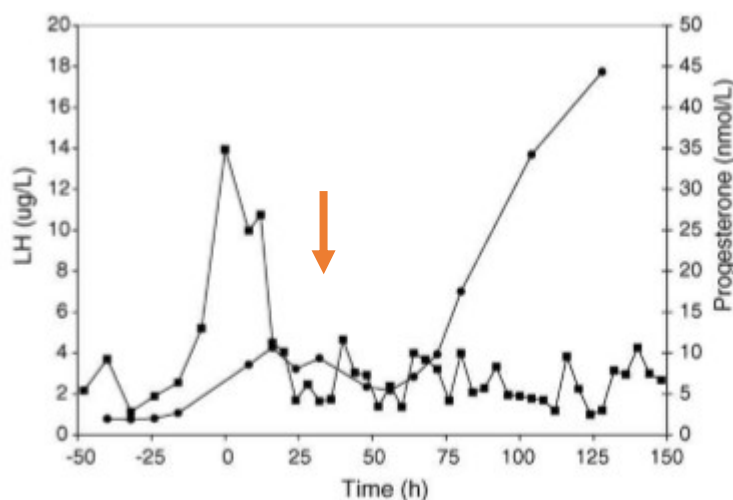
Figure 8 : Concentration en LH ($\mu\text{g/L}$) et en FSH (U/L) autour du pic de LH (moment 0) (De Gier et *al.*, 2006)



La lutéinisation pré-ovulatoire de la paroi des follicules avant l'ovulation entraîne une augmentation significative des concentrations plasmatiques de progestérone avant l'ovulation (Bouchard et *al.*, 1991 ; Chapwanya et *al.*, 2008). En effet, la concentration plasmatique en progestérone commence à augmenter

rapidement par rapport aux valeurs basales (<1 ng/mL) environ deux jours avant l'ovulation et atteint un niveau plus élevé au moment de l'ovulation de 5.39 ± 1.52 ng/mL (Marseloo et Fontbonne, 2004). Cette augmentation peut être détectée par des examens répétés en série permettant l'anticipation de l'ovulation, la confirmation de l'ovulation et la détection de la période de fécondation. Etant donné que l'augmentation initiale de la progestéronémie est progressive, il est seulement nécessaire de prélever les échantillons tous les deux jours. Puis quand une première augmentation est détectée, une mesure quotidienne de la progestéronémie est un paramètre fiable pour déterminer le moment de l'ovulation (Kutzler et Mohamed, 2003) et les saillies réalisées en se basant sur ces résultats permettent d'obtenir un bon taux de gestation (Van Haaften et *al.*, 1989). Les concentrations plasmatique de progestérone peuvent être mesurées par dosage radio-immunologique (RIA), par dosage immuno-enzymatique quantitatif ou qualitatif (ELISA), par immuno-chimioluminescence ou d'autres méthodes. Ainsi le dosage de la progestéronémie est une méthode fiable pour détecter l'ovulation même si elle nécessite des déplacements quotidiens et de nombreux frais pour l'éleveur (Kutzler et Mohamed, 2003).

Figure 9 : concentration en progestérone (point, nmol/L) et en LH (carré, μ g/L) autour du pic de LH (moment 0) (De Gier et *al.*, 2006)

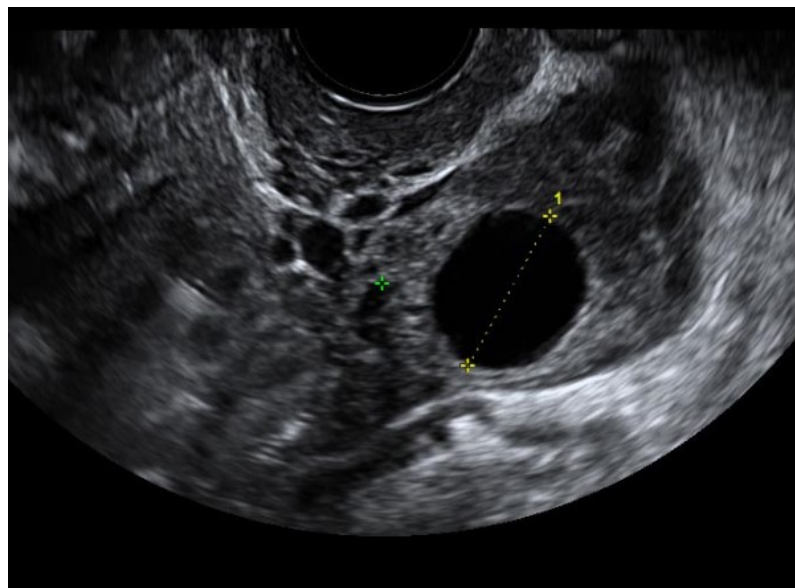


La flèche rouge indique, sur cette figure, le moment approximatif de l'ovulation.

II-5-L'échographie ovarienne

Afin de réaliser cet examen, une sonde linéaire ou curvilinéaire à haute fréquence (8 à 10 MHz) est recommandée, ainsi qu'un opérateur habitué, les images étant difficiles à analyser (Levy et Fontbonne, 2007). Une étude réalisée sur 41 chiennes au CERCA à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, avec des échographes récents et des manipulateurs habitués, a montré que l'ovulation était visible dans plus de 90% des cas. Les difficultés d'obtention d'images de bonne qualité étant plus souvent rencontrées chez les chiennes de grand format. Les ovaires se trouvent caudalement et dorso-latéralement aux reins. Ils ont un aspect similaire juste avant et après l'ovulation (England et Hallen, 1989 et 2003). Avant l'ovulation, on observe une grande quantité de structures anéchogènes, les follicules, à paroi fine de 6 à 9 millimètres de diamètre selon les races. Au moment de l'ovulation, tous ces follicules ne vont pas ovuler, laissant sur l'ovaire des structures totalement anéchogènes après l'ovulation (Hayer et al, 2002), et ceci dans 50% des cas. Cependant une disparition totale des follicules est possible. Du liquide est visible autour de l'ovaire, dans 40% des cas, et une accumulation de sang dans les cavités des follicules ayant ovulé est détectée. Afin que cette méthode soit optimale, il est recommandé de réaliser un examen échographique de façon quotidienne pour suivre la taille des différents follicules ainsi que leur échogénicité. Une étude (Kim et al, 2007) recommande d'utiliser simultanément les dosages de progestérone et l'examen échographique pour détecter l'ovulation.

Figure 10 : Image échographique d'ovaires avec un follicule pré-ovulatoire (ligne pointillée jaune) (Fraysse, 2014)



III- Une méthode plus récente mais controversée : la résistivité du mucus vaginal comme moyen de suivi des chaleurs et du moment de l'ovulation

III-1- Description de la méthode

Afin de comprendre le fonctionnement d'une sonde mesurant la résistivité du mucus vaginal, rappelons quelques notions d'électricité. La loi d'Ohm dit que, soit R la résistance (en Ohm) d'une portion de circuit électrique, soit I l'intensité du courant (exprimée en ampères) au sein de ce circuit et soit U la différentiel de potentiel entre deux points de cette portion de circuit (exprimée en Volts), alors la relation qui lie ces trois variables est : $I = U/R$ (Clero, 2009).

De plus, la résistance R d'un fil cylindrique de section s (en m^2), de longueur l (en m) et de résistivité r (en $Ohm \cdot m$) est $R = r \cdot l / s$. On comprend donc que la résistivité est la caractéristique numérique de la résistance. Ces deux variables seront donc utilisées de façon indifférente dans la suite de cette rédaction (Clero, 2009).

Ainsi toute substance conductrice, telle que le mucus vaginal, peut être caractérisée par sa résistivité. Il suffit, en effet, d'appliquer un courant alternatif de faible intensité, entre deux électrodes (incluses dans la sonde), au niveau du vagin afin de mesurer la différence de potentiel au niveau de celui-ci. De cette mesure on pourra donc calculer la résistance et la résistivité du mucus vaginal au niveau de l'extrémité de la sonde.

Chez la chienne, le mucus vaginal est sécrété par des glandes du col utérin. Le volume, la composition en électrolytes et la viscosité du mucus vaginal varie au cours du cycle (Lofsted et al., 2001). Ainsi ces variations seront responsables d'une variation de la résistivité du mucus vaginal.

III-2- Des études controversées sur l'utilisation de cette méthode chez les canidés

III-2-a- Chez la chienne

Les premières études remontent à 1974, par Klötzer. Ce dernier a remarqué une augmentation progressive de la résistance du mucus vaginal depuis l'anoestrus (avec des valeurs basales de 70 ± 9 Ohm) jusqu'aux deux derniers jours de pro-oestrus voir jusqu'au premier jour de l'oestrus (avec des valeurs maximales allant de 250 à 1216 Ohms). Cependant une grande variabilité était déjà notée quant aux valeurs de ce pic de résistance. Ce même auteur avait également montré que chez une chienne ovariectomisée, la courbe de résistance du mucus

vaginal était similaire à celle d'une chienne en chaleurs suite à l'administration de fortes doses d'oestrogènes, montrant ainsi l'influence des oestrogènes sur ce paramètre qu'est la résistance du mucus vaginal. Enfin, dans cette même étude, Klötzer avait remarqué qu'une chienne ayant présentée des chaleurs anovulatoires, ne présentait pas de pic de résistance du mucus vaginal.

Günzel et *al.* (1986) ont testé un ohmmètre mesurant des résistances inférieures à 1000 Ohm, parallèlement à la réalisation de frottis vaginaux. Il a été établi, avant le début de l'étude, que le jour J0, de référence, correspondait au premier jour de metoestrus défini par Holst et Phemister (1974) comme le jour où le frottis vaginal témoignait d'une chute de plus de 20% du nombre de cellules superficielles associée à une augmentation de plus de 10 % du nombre de cellules intermédiaires basophiles. Les auteurs ont alors montré que la période où la résistance du mucus vaginal était la plus élevée (entre 690 et 757 Ohm) s'écoulait entre J-10 et J-3. Cette période correspondant selon Holst et Phemister (1974) à la période où l'on a le meilleur taux de conception après un seul accouplement. Par ailleurs lors de cette même étude, il a été constaté que la courbe témoignant du pourcentage de cellules kératinisées, suivait exactement l'allure de la courbe de résistance du mucus vaginal, avec un retard de 2 à 3 jours (Günzel et *al.*, 1986). Ainsi il en avait été conclu que la résistance du mucus vaginal réagissait plus rapidement, et était donc probablement plus sensible, aux oestrogènes que ne le fait l'épithélium vaginal.

Suite à ces premières observations, Günzel et *al.* (1986) ont mené une nouvelle étude lors de laquelle un suivi de la résistance du mucus vaginal était réalisé parallèlement au suivi de la progestéronémie chez deux chiennes. S'appuyant sur les résultats de Linder et Karlsson (1984) concluant que l'ovulation coïnciderait avec une progestéronémie de 5.44 ng/ml, les auteurs ont montré que l'ovulation avait lieu au cours des trois derniers jours où la résistance du mucus vaginal était maximale. Cependant le faible nombre de chiennes ne permettait à l'étude d'avoir une forte puissance statistique.

Une autre étude réalisée sur six chiennes Berger d'Anatolie (Yildiz et Kaya, 2004) a montré que lorsque les valeurs élevées de résistivité vaginale étaient atteintes (entre 705 et 1680 Ohms), il y avait un plateau dans 1/3 des cas. La valeur quantitative étant significativement différente d'une chienne à l'autre, elle ne devrait pas être utilisée comme point de repère, mais c'est la chute qui devrait être prise comme point de repère pour le moment l'insémination selon cette étude.

En 1994, dans le cadre de la réalisation de sa thèse, Bricout a suivi la résistivité du mucus vaginal chez 7 chiennes de races différentes (Beagle, croisé Griffon, croisé Cocker, Barzoï et Skye Terrier) au cours de leurs chaleurs. Le but de son étude était alors de repérer le moment du pic de LH (défini comme J0 et précédant l'ovulation de 48 heures, estimé par dosage de la progestéronémie) par différentes méthodes et notamment en utilisant la mesure de la résistivité du mucus vaginal. Une sonde pouvant enregistrer des résistances allant de 0 à 2000 Ohms avait été

utilisée. Trois valeurs ont alors été mesurées : une première valeur représentant la résistivité du mucus vaginal à proximité du col (R1), une deuxième valeur représentant la résistivité du mucus vaginal lors du retrait lent de la sonde (R2) et une troisième mesure représentant la résistivité du mucus vaginal lorsque l'on introduit la sonde de 12 centimètres dans le vagin (R3). Il a été remarqué dans un premier temps que le pic de résistivité avait lieu, en moyenne, deux jours après le pic de LH (à J2) que cela soit pour R1, R2 et R3. Ce jour correspond au moment de l'ovulation, cependant, la différence entre J1 et J2 et celle entre J2 et J3 n'étaient pas significatives pour ces 3 mesures. Ainsi le risque de ne pas pouvoir observer ce pic chez un animal restait très important. Une autre observation avait été faite et se traduisait par le fait que la valeur montrant le plus petit écart-type au cours du suivi était celle de R2, traduisant une plus faible variabilité de ce paramètre et donc une plus forte précision. Néanmoins, d'une chienne à l'autre, la valeur maximale de R2 variait (de 720 à 2000 Ohms, avec une moyenne de 1489 Ohms) ainsi que son moment d'apparition (de 5 jours avant le pic de LH à 4 jours après, avec une moyenne de 2 jours après ce pic). De cette étude Bricout (1994) en a conclu que l'étude de la résistance du mucus vaginal est une mauvaise méthode de détermination du moment du pic de LH et donc de l'ovulation mais qu'en revanche, elle permet de définir les périodes où la chienne n'est pas fécondable (lorsque cette résistance est inférieure à 300 Ohms). Cependant on peut reprocher à cette étude d'avoir introduit un biais important qui est celui provoqué par le fait que des chiennes de races différentes ont été introduites dans cette étude.

Récemment, Bergson et *al.* (2015) ont comparé l'efficacité de la mesure de la résistivité du mucus vaginal pour détecter le pic pré-ovulatoire de LH, à des méthodes usuellement utilisées (mesure de la progestéronémie, cytologie vaginal et vaginoscopie), sur 12 chiennes de race Beagle ou croisées Beagle. Chez 5 de ces 12 femelles, la mesure de la résistivité du mucus vaginal a permis de détecter le pic pré-ovulatoire de LH. L'auteur a décrit que la résistivité du mucus des chiennes était très élevée (atteignait un pic), au moment de la période optimale de mise à la reproduction.

Lors de cette étude, Bergson et *al.* (2015) ont remarqué que la médiane journalière de la résistivité du mucus vaginal, des chiennes appartenant à l'étude, atteignait un pic deux jours après le pic pré-ovulatoire de LH, mais que cette médiane n'était pas significativement différente de celle du jour précédent et de celle du jour suivant, comme l'avait constaté Bricout (1994). De plus, chez les 7 chiennes, chez qui le pic de LH n'a pu être détecté, il a été constaté que le pic de résistivité du mucus vaginal avait lieu soit trop tôt, soit n'avait jamais lieu, ou soit était trop étendu dans le temps, ne permettant pas une détection précise du pic de LH.

Des conclusions similaires à celles de Bricout (1994) ont été avancées, notamment que la mesure de la résistivité du mucus vaginal, seule, n'était pas une méthode fiable afin de détecter l'ovulation chez la chienne, et que cette dernière pouvait être détectée par l'utilisation combinée des différentes méthodes (progestéronémie, vaginoscopie, frottis vaginal, et mesure de la résistivité du mucus vaginal) au cours

du cycle. Bergson et *al.* mettent en garde notamment les utilisateurs de l'existence d'un « faux » pic, apparaissant avant le pic de résistivité et de plus faible valeur que ce dernier, pouvant induire l'opérateur en erreur et laisser penser que la période de mise à la reproduction est optimale.

C'est suite à la réalisation de la thèse de Clero (2009) que nous avons eu l'idée de notre sujet de thèse. Clero (2009) a réalisé son étude sur 29 chiennes de race Beagle, au sein de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Cette thèse étudiait l'efficacité de la sonde Ovulstart® (un Ohmètre fabriqué par Nature et Complément, France (naturecomplements.com)) dans la détection de l'ovulation chez l'ensemble de ces chiennes. L'ovulation était estimée par un suivi quotidien de progestéronémie et par un suivi quotidien échographique, à partir du pro-oestrus (détecté par frottis vaginal). Clero avait conclu de son étude que la mesure de résistivité du mucus vaginal permet de détecter le moment de l'ovulation à 24H près dans 76% des cas si les mesures sont prises à une distance de 6,5 cm de l'entrée du vagin (en insérant la moitié de la sonde), et 69% des cas si les mesures sont prises à proximité du col de l'utérus. Le décalage observé entre l'ovulation réelle, et la chute de résistivité (d'au moins 30% de la valeur du pic) mise en évidence par Ovulstart® est compris entre -60 heures avant l'ovulation et +48 heures après celle-ci, quand la résistivité est mesurée au niveau du col et -24 heures et +36 heures, quand la résistivité est mesurée en insérant la moitié de la sonde. Cléro avait également remarqué que pour 88% des chiennes, l'ovulation se produisant lorsque la progestéronémie était comprise entre 6 et 8 ng/mL, la méthode étant alors utilisée était le dosage quantitatif par chimioluminescence. Dans 5% des cas, l'ovulation n'était pas détectable par la mesure de la résistivité. Il avait été donc admis que cette méthode était intéressante afin de détecter les périodes où la chienne n'est pas fécondable et pour suivre les chaleurs et l'ovulation, en association avec des dosages de progestérone au moment de la chute de résistivité, chez les femelles de race Beagle. En revanche, seule, cette méthode ne permet pas toujours une insémination au moment où la fertilité est optimale. De cette conclusion, nous avons donc voulu voir si des résultats similaires seraient observés chez une autre race, la race Labrador.

III-2-b-Chez le Renard

D'après la thèse de Bricout (1994), la mesure de la résistance électrique du mucus vaginal est utilisée en routine chez le Renard Polaire. En effet, chez cette espèce, la croissance folliculaire s'accompagne d'une augmentation de la résistance du mucus vaginal, depuis des valeurs basses se situant entre 100 et 200 Ohm jusqu'à des valeurs maximales comprises entre 400 et 1000 Ohm. Après ce pic qui dure de 24 à 96 heures, cette résistance chute jusqu'à des valeurs basses (entre 100 et 200 Ohm) en 3 à 4 jours. Il a alors été constaté que les accouplements et les inséminations réalisés au cours de cette période de chute de la résistance donnent de forts taux de conception. Boue et al (2000) ont également

observés des résultats similaires. En effet selon leur étude, la résistivité du mucus vaginal passe de valeurs proches de 200 Ohms au moment de l'anoestrus à des valeurs comprises entre 700 et 1200 Ohms au moment du pic de résistivité, ayant lieu le dernier jour de pro-oestrus ou au cours des premiers jours d'oestrus.

III-3- L'évolution de la résistivité du mucus vaginal chez différentes espèces

Il semble utile d'évoquer dans un premier temps, que les sondes utilisées dans les différentes espèces fonctionnent sur le même principe et que seuls la taille et le diamètre de la sonde varient entre les espèces. D'ailleurs, Draminsky, le laboratoire qui nous a fourni les sondes, commercialise également des sondes vaginales pour détecter l'ovulation chez les vaches, les juments, les truies, les brebis et les chèvres.

III-3-a-Chez les bovins

1-Les premières constatations de l'efficacité de cette mesure et les conseils de réalisation

Dans un article publié par Leidl et Stolla (1976), les auteurs décrivent une relation entre la mesure de la résistivité du mucus vaginal et le stade du cycle oestral chez la vache. En effet, au moment de l'oestrus, des valeurs très basses de résistivité sont observées et coïncident avec le moment propice de mise à la reproduction. Chez les animaux ovariectomisés aucun changement de la valeur de la résistivité du mucus vaginal n'avait été observé, mais en administrant un traitement oestrogénique à ces animaux une baisse de la valeur de la résistivité, similaire à celle observée lors de l'oestrus, avait été mise en évidence. Leidl et Stolla avaient également observé un phénomène similaire chez la brebis et la truie.

Carter et Dufty (1980) ont, par la suite, montré dans une étude que les mesures de la résistivité du mucus vaginal présentaient moins de variabilité quand celles-ci étaient prises dans la région ventrale du fornix vaginal (portion crâniale du vagin formant une excavation autour du col de l'utérus) et en attendant un moment après l'introduction de la sonde, le temps que celle-ci se réchauffe au contact du mucus vaginal (une trentaine de secondes). Cependant pour ces deux auteurs, cette méthode n'était pas fiable pour détecter l'oestrus car les valeurs les plus basses de résistivité étaient atteintes un jour avant l'oestrus dans deux cas, le jour de l'oestrus dans deux autres cas et un jour après l'oestrus dans un dernier cas. On peut toutefois remettre en cause ces résultats du fait du peu d'individus testés (cinq) et donc du manque de puissance statistique. Une autre étude, réalisée par Kitwood et al (1993) sur des vaches laitières, a montré que les valeurs les plus basses de résistivité étaient atteintes après avoir inséré la sonde de 15 à 20 centimètres dans

le vagin. Néanmoins cette étude constatait tout comme la précédente (Carter et Dufty, 1980) que la mesure de la résistivité du mucus vaginal ne permettait pas d'améliorer les paramètres de reproduction, comparée à la simple observation des comportements d'oestrus. De plus, du fait de la présence d'un premier faux pic d'oestrogènes plasmatiques avant l'oestrus, au cours du cycle, responsable d'une vasodilatation des vaisseaux vaginaux et donc d'une chute de résistivité du mucus vaginal, des erreurs d'interprétation pouvait être réalisées, conduisant l'éleveur à inséminer trop précocement.

2- Relations entre la résistivité du mucus vaginal et les hormones intervenant au cours du cycle sexuel.

Afin d'étudier la relation entre la mesure de la résistivité du mucus vaginal et le pic pré-ovulatoire de LH, Canfield et Butler (1989) ont réalisé une étude expérimentale sur 44 vaches Prim'Holstein. L'ensemble des vaches a été synchronisé grâce à deux injections successives de prostaglandines F2 alpha. Par la suite des prélèvements sanguins et des mesures de résistivité du mucus vaginal ont été réalisés toutes les 12 heures pendant les 60 premières heures puis toutes les 6 heures. Il a alors été montré que les valeurs de résistivité minimales étaient étroitement corrélées au pic pré-ovulatoire de LH ($P < 0.001$). Une équation linéaire avait alors été donnée par les auteurs reliant le temps (Y) entre le traitement aux prostaglandines et le pic de LH et le temps (X) entre le traitement aux prostaglandines et la valeur minimale de résistivité : $Y = 17.49 + 0.71X$. Ainsi en mesurant la résistivité du mucus vaginal, on peut prédire le pic de LH et donc l'ovulation. Il avait donc été conclu par les auteurs que l'utilisation de cette méthode est extrêmement fiable afin de détecter l'ovulation. Une conclusion similaire avait été évoquée par différents auteurs, comme Fischer et al. (2008)

D'autres études, notamment celles de McCaughey et Patterson (1981), ont cherché à étudier la corrélation entre résistivité du mucus vaginal et hormones sexuelles ovariennes. Les deux auteurs mentionnés ci-dessus ont montré une corrélation positive entre la résistivité du mucus vaginal et le taux de progestérone dans le lait au cours de 12 cycles oestriques consécutifs chez 4 vaches. Cependant selon Gartland et Schiavo (1979), même si effectivement cette corrélation est bien réelle, la variabilité de la mesure de la résistivité du mucus vaginal ne permettait, selon eux, à l'époque, de déduire la période optimale de mise à la reproduction.

Les études plus récentes et notamment celle de Smith et al (1989) ont montré que la conductivité (l'inverse de la résistivité) augmentait significativement le jour de l'oestrus. En effet une augmentation de 29% à 45 % (en fonction de la fréquence choisie pour la mesure) de la conductivité était observée le jour de l'oestrus, par rapport au jour précédant l'oestrus, quand la conductivité était mesurée au niveau du vagin. Ainsi on peut donc en déduire une diminution de la résistivité du mucus vaginal de 29 à 45 % le jour de l'oestrus, par rapport au jour précédant ce dernier.

De plus ces deux auteurs ont montré une corrélation étroite entre la chute de la progestéronémie et l'augmentation de la conductivité vaginale (correspondant à l'inverse de la résistivité) mais aussi entre le pic de LH et cette même augmentation (comme l'avait décrit Candfield et Butler, 1989)

De plus comme mentionné précédemment (d'après Leidl et Stolla, 1986), l'oestradiol joue un rôle dans la diminution de la résistivité du mucus vaginal. C'est pourquoi en traitant des bovins ovariectomisés avec des oestrogènes, on observe une diminution significative de cette résistivité, et physiologiquement on retrouve cette chute au moment du pic d'oestradiol.

On peut donc conclure de cette partie que la chute de la résistivité du mucus vaginal est étroitement liée au pic de LH, au pic d'oestrogène ainsi qu'à la chute de progestéronémie, ayant lieu à proximité de l'ovulation.

3- Des études sur le buffle (Bubalina Bubalus) concluantes vis-à-vis de l'utilité de la mesure de la résistivité du mucus vaginal.

En parallèle à l'ensemble des études menées sur les vaches, une étude sur les buffles a été réalisée (Gupta et Purohit, 2001). Sur un ensemble de 146 buffles femelles, la résistivité du mucus vaginal a été mesurée au cours des différentes étapes du cycle oestral. Il a alors été constaté qu'en moyenne, la résistivité était de 55.86 ± 0.57 Ohms pendant l'anoestrus, 43.20 ± 0.64 Ohms pendant le pro-oestrus, 32.68 ± 0.46 Ohms pendant l'oestrus, 41.26 ± 1.17 Ohms pendant le metoestrus et 50.23 ± 0.55 Ohms pendant le dioestrus. On remarque donc une chute significative, chez cette espèce, de la résistivité du mucus vaginal pendant l'oestrus, en comparaison avec les autres étapes du cycle. Après l'ovulation, la résistivité augmentant significativement de nouveau. Ces mêmes auteurs ont également montré que la chute de la progestéronémie était synchrone à celle de résistivité ($P < 0.01$). De plus, il a également été rapporté que la mesure de la résistivité permettait d'améliorer la détection de l'oestrus chez 36.6% des buffles de l'étude. Enfin, lorsque la résistivité du mucus vaginal était comprise entre 26 et 30 Ohms, et qu'une seule insémination était réalisée, cette dernière était fécondante dans 81 % des cas. De tous ces résultats, les auteurs en ont déduit que la mesure de résistivité du mucus vaginal était une méthode fiable afin de déterminer la période optimale de mise à la reproduction.

III-3-b-Chez les petits ruminants

Chez la brebis, d'après Bartlewski, Beard et Rawlings (1999), une chute de la résistivité du mucus vaginal en dessous de 40 Ohms était corrélée au début du comportement d'oestrus. Aucune corrélation n'avait été mise en évidence entre la concentration plasmatique d'oestrogènes et la valeur de la résistivité du mucus, au cours du cycle oestral. En revanche, une corrélation avait été observée entre la mesure de la résistivité du mucus vaginal et la concentration plasmatique de

progestérone, mais aussi le ratio E2/P4, durant la phase lutéale et la phase folliculaire. Il en avait été conclu qu'au cours du cycle oestral, la résistivité du mucus vaginal était contrôlée par la concentration plasmatique de progestérone, lorsque les valeurs de cette dernière étaient élevée puis par le ratio E2/P4 lorsque cette concentration chutait.

III-3-c-Chez la jument

Chez la jument, même si il existe une corrélation positive entre la résistivité du mucus vaginal et la taille des follicules ovariens, la méthode semble insuffisante afin de déterminer le moment de l'ovulation, la résistivité n'étant pas corrélée à la progestéronémie (Larsen et Norman, 2008 ; Brook, 1982 ; Squires et *al.*, 1981). De plus, il semblerait (Kikuchi et *al.*, 2018) que même si la résistivité tend à décroître au moment de l'ovulation, il n'y ait pas de différences significatives de résistivité au cours des différentes étapes du cycle oestral.

III-3-d- Chez la truie

1-Les premières constatations.

Les premières observations réalisées chez la truie vis-à-vis de la résistivité du mucus vaginal (Leidl et Stolla 1976, d'après Cerne F., 1968) ont montré une chute de celle-ci au moment de l'oestrus et donc du moment optimal de mise à la reproduction. Ceci a également été observé par Stockhof et Soede (1996), mais ces deux derniers auteurs ont également constaté qu'en utilisant la résistivité du mucus vaginal dans le but d'une insémination, 88% des animaux de leur étude (n=44) avaient été inséminés trop tôt. Probablement car la chute de résistivité se produit plusieurs jours avant le pic de LH et donc l'ovulation.

D'autres auteurs (Zink et Diehl, 1984) ont remarqué une chute de 10 % de la résistivité du mucus vaginal, ayant lieu 12 à 24 heures après le début de l'oestrus (moment où la fertilité est maximale). Sur ce constat, ces auteurs ont voulu comparer le taux de réussite à l'insémination entre deux groupes, un inséminé sur simple observation de signes d'oestrus et un autre lorsqu'une chute de 10% de la résistivité du mucus vaginal était mesurée. Or il se trouve que ce taux était similaire entre les deux groupes. C'est également ce qu'a constaté une autre étude (Ko et Evans, 1989). En effet, ces derniers ont décidé de tester le taux de réussite à l'insémination chez différents groupes : un groupe inséminé sur observation de signes d'oestrus, un 12 heures après une chute de 15 points de la résistivité du mucus vaginal, un 24 heures après celle-ci et un dernier 36 heures après cette chute. Pour les groupes inséminé 12 et 24 heures après la chute de résistivité, le taux de réussite à l'insémination était comprise entre 50 et 60 %. Pour les autres groupes ce taux était de 85 %. Il a donc été conseillé d'inséminer entre 24 heures et 36 heures après la chute de résistivité du mucus et pas avant pour éviter les échecs à l'insémination comme c'était le cas dans l'étude de Stockhof et *al.* (1996). Cependant cette méthode reste encore faiblement utilisée chez la truie.

2-Relation entre résistivité du mucus vaginal et les hormones intervenant au cours du cycle

Dans une étude réalisée sur 16 truies, Duszal et Opalka (1996) ont cherché à montrer les corrélations qui pouvaient exister entre la résistivité du mucus vaginal et les différentes hormones intervenant au cours du cycle oestral. Ainsi il a été montré que la résistivité du mucus vaginal chutait 4 jours avant le pic de LH, puis restait basse pendant 3 jours, avant de connaître une augmentation 6.2 ± 4.5 heures après le pic de LH. De plus cette chute de résistivité observée avant le pic de LH (au cours de la phase folliculaire) était corrélée à des taux plasmatiques de progestérone bas (<1 ng/mL) et à une augmentation de la concentration en oestradiol. Finalement, les auteurs ont constaté que la durée entre l'apparition de comportement d'oestrus et le pic de LH présentait une plus forte variabilité que celle entre l'augmentation de résistivité du mucus vaginal et le pic de LH. Ainsi, ils en ont déduit que la mesure de résistivité du mucus vaginal était une méthode fiable pour détecter le pic de LH au cours de l'oestrus chez les truies, que la résistivité présentait une corrélation positive avec la progestérone au cours du cycle (et notamment lors de la lutéolyse) mais aussi une corrélation négative avec les oestrogènes (notamment au moment de la phase folliculaire).

3-Les dernières observations en date

De nombreuses études menées par Rezac et *al.* (2001,2002,2003,2006) ont permis d'apporter de nouvelles connaissances sur la variation et l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal au cours du cycle oestral de la truie.

Tout d'abord, il a été montré (Rezac et Olic, 2006) que la résistivité du mucus vaginal décroît après le sevrage significativement ($P < 0.01$) et ce jusqu'à 2 jours avant le début de l'oestrus, jour où cette résistivité atteint son nadir. Puis durant l'oestrus, la résistivité du mucus vaginal augmente significativement ($P < 0.01$) jusqu'à atteindre un pic deux jours après le début de l'oestrus. Un tout autre phénomène apparaît lorsque la résistivité est mesurée au niveau du vestibule vagin. En effet, la résistivité du vestibule du vagin augmente après le sevrage chez la truie puis encore plus nettement au moment de l'oestrus ($P < 0.01$), atteignant son maximum deux jours après le début de celui-ci, avant de diminuer pendant le dioestrus.

Dans une autre étude (Rezac et Kukla, 2002), les auteurs ont remarqué que, tout au long de l'oestrus, les valeurs de résistivité du mucus vaginal étaient plus élevées chez les truies de parité élevée (>6) que chez les truies avec une parité basse. Ce phénomène n'avait pas été retrouvé lorsque la résistivité était mesurée au niveau du vestibule du vagin (Rezac et Vasickova, 2003). Une autre cause de variation de la valeur de la résistivité du mucus vaginal est la longueur de sonde introduite depuis la vulve (Rezac et *al.*, 2003). En effet il a été observé que la chute de résistivité du mucus vaginal juste avant l'oestrus était plus importante lorsque celle-ci était mesurée en introduisant la sonde entre 16 et 18 centimètres depuis la vulve.

III-3-e- Des données dans d'autres espèces

1-Chez les rongeurs

Il a été montré chez le cochon d'inde (Bartos et Sedlacek, 1977 et Lilley et *al.*, 1997) qu'une augmentation significative de la résistivité du mucus vaginal avait lieu au moment du pro-oestrus et de l'oestrus. Le pic de résistivité ayant lieu au début de metoestrus. Le dioestrus commençant lui 3 jours après le pic de résistivité. Ainsi selon les auteurs, en déterminant cette hausse de résistivité on pouvait mettre les femelles à la reproduction au moment optimal. Chez le rat une augmentation significative de la résistivité a également été décrite au moment du pro-oestrus, permettant par détection de cette augmentation une mise à la reproduction au moment optimal (Bartos, 1977).

2-Chez les primates

Chez la femelle macaque Rhésus il existe une corrélation positive entre la résistivité du mucus vaginal et la concentration plasmatique en 17 bêta oestradiol et en progestérone (Fischer et *al.*, 1990). En effet, une diminution de la résistivité est observée au cours de la phase folliculaire avec un nadir atteint entre le douzième et le dix-septième jour du cycle menstruel. Puis la résistivité du mucus vaginal augmente au cours du premier tiers de la phase lutéale, atteignant un maximum au bout du 21^{ème} jour. Ainsi l'inversion du gradient de résistivité du mucus vaginal est concomitante à l'apparition de taux plasmatiques de progestérone détectables et mesurables. Cette méthode permettrait donc de déceler l'augmentation de la progestéronémie au cours de la phase pré-ovulatoire chez la femelle macaque Rhésus.

Chez la femme (Fernando et *al.*, 1988), il a été suggéré que la résistivité du mucus vaginal chutait en période péri-ovulatoire jusqu'à un minimum puis augmentait de nouveau. Il se trouve que chez 90% des femmes, le premier jour d'augmentation de cette résistivité correspondait au jour où se produisait le pic de LH ou au jour suivant ce pic. Ainsi cette méthode serait efficace pour détecter l'ovulation mais cette méthode n'est pas utilisée de nos jours chez la femme.

Ainsi nous avons pu faire état des connaissances actuelles sur la physiologie de la reproduction canine, les méthodes utilisées pour le suivi du cycle oestral chez la chienne et sur l'utilité de la mesure de la résistivité du mucus vaginal chez différentes espèces. Nous allons donc vous présenter notre étude expérimentale traitant de l'utilisation de la sonde Draminsky pour détecter l'ovulation chez les chiennes de race Labrador.

DEUXIÈME PARTIE : PARTIE EXPÉRIMENTALE : UTILISATION DE LA SONDE DRAMINSKY POUR DÉTECTER L'OVULATION CHEZ LES CHIENNES DE RACE LABRADOR

I-Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude est de déterminer si la sonde Draminsky, mesurant la résistivité du mucus vaginal, permet de détecter l'ovulation avec précision, chez la chienne de race Labrador. Pour se faire nous allons comparer le moment de l'ovulation détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal, avec la sonde Draminsky, à celui détecté par dosage de la progestérone chez 23 chiennes de race Labrador.

II-Matériels et méthodes

II-1-Expérience préliminaire de désinfection de la sonde Draminsky

Une étude préliminaire a été réalisée, grâce au laboratoire de bactériologie de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort, afin de mettre en place un protocole de désinfection de la sonde vaginale Draminsky, évitant la transmission de bactéries entre deux femelles se suivant dans le protocole de mesure. Pour se faire, la sonde a été introduite dans un milieu de culture liquide riche en *Escherichia coli* et en *Staphylococcus pseudintermedius* (bactéries les plus présentes au sein de la flore vaginale) pendant 10 secondes. Par la suite, la sonde a été désinfectée à l'aide de compresses imbibées d'un produit hydro-alcoolique de marque Purell®. Différents temps de contact ont été testés : 10 secondes, 15 secondes et 30 secondes. Finalement, après chaque désinfection, un milieu de culture liquide a étéensemencé avec la sonde et il a été observé (après un temps de 24 heures) si des *Escherichia coli* et des *Staphylococcus pseudintermedius* étaient retrouvés au sein du milieu de culture.

II-2-Animaux

L'étude a été menée de Février 2018 à Novembre 2018 et a porté sur 23 chiennes de race Labrador, dont 7 ont été saillies (et parmi elles, 3 gestantes) et 16 ont simplement été suivies pour participer à l'étude (tableau 1), réparties au sein de 4 élevages différents. L'âge moyen des chiennes était de 3.5 ans avec des âges variables de 1 an à 7 ans (tableau 1). Vingt-deux d'entre elles sont logées en chenil et une seule vivait en maison. Elles étaient examinées quotidiennement par leur propriétaire afin de détecter précisément leur entrée en chaleurs. Elles étaient toutes alimentées avec des croquettes de marque industrielle et disposent de l'eau à volonté. La parité des chiennes n'était pas connue au moment de l'étude.

Etait alors incluse dans l'étude, toute chienne de race Labrador, présentant des chaleurs à intervalle régulier et étant en bonne santé, et dont un suivi des chaleurs était réalisable quotidiennement par le propriétaire ainsi que des prises de sang

réalisables par le vétérinaire traitant toutes les 48 heures. Etait exclue de l'étude, toute chienne de race autre que Labrador et toute chienne de race Labrador présentant des cycles oestriques à intervalle irrégulier ou présentant une pathologie au moment de l'étude, ainsi que celles pour lesquelles un suivi des chaleurs n'était pas réalisable quotidiennement par le propriétaire.

Tableau 1 : Détail des chiennes ayant participées à l'étude

Nom de l'animal	Age
Chienne 1 Elevage 1	7 ans
Chienne 2 Elevage 1	6 ans
Chienne 3 Elevage 1	5 ans
Chienne 4 Elevage 1	6 ans
Chienne 5 Elevage 2	4 ans
Chienne 6 Elevage 2	4 ans
Chienne 7 Elevage 2	4ans
Chienne 8 Elevage 1	3 ans
Chienne 9 Elevage 1	3 ans
Chienne 10 Elevage 3	3 ans
Chienne 11 Elevage 2	2 ans
Chienne 12 Elevage 2	2 ans
Chienne 13 Elevage 1	2 ans
Chienne 14 Elevage 1	2 ans
Chienne 15 Elevage 1	1 an
Chienne 16 Elevage 1	1 an
Chienne 17	4 ans
Chienne 18 Elevage 2	2 ans
Chienne 19 Elevage 2	5 ans
Chienne 20 Elevage 2	4 ans
Chienne 21 Elevage 2	6 ans
Chienne 22 Elevage 2	2 ans
Chienne 23 Elevage 4	2 ans

II-3-Matériels

Afin de réaliser cette étude, l'appareil utilisé est un ohmètre fabriqué par la firme DRAMINSKY (Pologne, www.dramindky.fr)

II-3-a- Description, fonctionnement et utilisation de la sonde DRAMINSKY

Le détecteur électronique se compose d'une sonde, d'un bloc muni d'un écran numérique où sont affichés les résultats des mesures et d'un manche avec

un interrupteur à poussoir. A l'extrémité de la sonde, se trouvent deux anneaux parallèles, les électrodes, qui servent à mesurer la résistivité du mucus vaginal. La sonde mesure 12.5 centimètres de longueur pour un diamètre de 6 millimètres.

Figure 11 : photographie de la sonde Draminsky (un ohmètre) utilisée au cours de l'étude



Lors de l'exécution de la mesure il faut appuyer sur l'interrupteur et le maintenir enfoncé. Lorsque l'appareil est mis en marche à l'air libre, l'afficheur indique deux tirets. En appuyant sur l'interrupteur trois fois consécutives, les chiffres 1, 2 et 3 apparaissent consécutivement. En appuyant de nouveau sur l'interrupteur, les chiffres « 1 0 » apparaissent. Ceci indique le bon fonctionnement de l'appareil. Après avoir introduit la sonde dans le milieu à mesurer (le vagin dans le cas de notre étude), il faut réaliser exactement les mêmes étapes que le test à l'air libre, décrit ci-dessus. Il est alors conseillé d'attendre deux secondes, afin de stabiliser la sonde dans son environnement puis de lire le résultat. L'appareil permet alors de mesurer des résistivités allant de 0 à 1990 unités. Lorsque la limite supérieure est dépassée, l'écran affiche « 1 0 » comme dans le cas du fonctionnement du détecteur à l'air libre. Avant d'utiliser l'appareil, il convient de s'assurer que les électrodes sont propres. Un mauvais nettoyage risquant de fausser les résultats, voire d'entraîner une vaginite chez la chienne testée. La présence d'urine, par exemple, induit une chute de la résistivité du fait de la présence de NaCl. Afin de détecter l'ovulation, Draminsky recommande de réaliser des mesures de résistivité du mucus vaginal toutes les 12 heures, afin de détecter la chute de résistivité du mucus vaginal (celle-ci étant d'au moins 30% de la valeur maximale) correspondant au moment de l'ovulation.

II-3-b- Matériel fourni aux éleveurs.

Il est fourni à chaque éleveur :

- une sonde DRAMINSKY, selon un emploi du temps réalisé en fonction des chaleurs de chaque chienne, dans chaque élevage, et permettant une rotation des sondes au sein des élevages, au cours la période de réalisation des mesures.
- une micro-centrifugeuse (D1800, de marque « Le Laborantin ») permettant de centrifuger les prélèvements sanguins après chaque prise de sang.
- des tubes héparinés, dans lequel l'éleveur introduit les prélèvements sanguins, après chaque prise de sang. Ce sont ces mêmes tubes que l'éleveur va centrifuger afin d'obtenir du plasma hépariné.
- des tubes secs en plastique avec bouchon, dans lequel les éleveurs placent le plasma hépariné recueilli après centrifugation de l'échantillon sanguin. Ces tubes secs sont ensuite mis dans un congélateur (à -20 °C, si possible) en attendant le recueil de ces prélèvements pour le dosage de la progestéronémie.

Figure 12 : photographie des tubes utilisés pour conserver le plasma hépariné



- des pipettes Pasteur de 3 millilitres afin de prélever le plasma après la centrifugation et le placer dans les tubes secs.
- des seringues (de 2 et 5 millilitres) et des aiguilles d'un diamètre de 22 gauges afin de réaliser les prises de sang.
- des étiquettes afin d'identifier les prélèvements avec un marqueur noir. Il était demandé de mettre sur l'étiquette le nom de la chienne, la date du prélèvement et le nombre de jours depuis le début des chaleurs.

II-4-Méthodes

Nous tenons à rappeler, avant de détailler le protocole, que nous n'avons pas saisi le comité d'éthique en recherche clinique (COMERC), car ce sont les vétérinaires des éleveurs qui réalisaient les examens et non l'école vétérinaire. En revanche, cela sera fait en cas de publication.

Chez l'ensemble des chiennes, un examen quotidien était réalisé afin de détecter l'apparition des chaleurs, et donc le début du pro-oestrus : un examen de la vulve était donc réalisé quotidiennement (recherche d'une vulve de taille augmentée et d'une augmentation de sa turgescence, apparition de pertes vulvaires séro-hémorragiques dans un premier temps) ainsi qu'une détection des changements comportementaux. Puis 8 jours après le début des chaleurs, était débuté le protocole de l'étude, comme expliqué ci-dessous. Ce même protocole a été réalisé au sein des 4 élevages, et en cas d'impossibilité nous avons pu être informés de l'arrêt du protocole ou des mesures manquantes.

Pour la réalisation des prises de sang, il a été demandé aux éleveurs de demander à leur vétérinaire de commencer les prélèvements 8 jours après le début des chaleurs (repéré par les écoulements vulvaires) et ce jusqu'au vingtième jour après le début des chaleurs, sauf si ces dernières se terminaient avant. Des prélèvements sanguins ont été alors demandés et réalisés par les vétérinaires traitants respectifs tous les deux jours, à heure fixe. C'est-à-dire pour chaque chienne en chaleurs, 7 prélèvements : un à 8 jours, un à 10 jours, un à 12 jours, un à 14 jours, un à 16 jours, un à 18 jours et un à 20 jours après le début des chaleurs. Une fois chaque prélèvement réalisé, il a été demandé de verser le contenu de la seringue (5 mL environ) dans 2 tubes héparinés, puis d'agiter délicatement le tube afin d'éviter l'apparition de caillot au sein du tube hépariné. Enfin les tubes héparinés devaient être, de suite, centrifugés grâce à la micro-centrifugeuse mise à disposition, à une vitesse de 3000 tours/minute. Une fois la centrifugation terminée, le plasma devait être prélevé à l'aide d'une pipette et déposé dans un tube sec, lui-même ensuite congelé à -20°C, chez l'éleveur, après avoir été identifié. A la fin de la période de réalisation de l'étude, c'est-à-dire en Novembre 2018, les échantillons ont été acheminés à l'ENVA sous couvert du froid à l'aide de glace carbonique dans des emballages en polystyrène. Une fois les échantillons récupérés, ces derniers ont été envoyés par transporteur sous couvert du froid au Laboratoire des dosages hormonaux de l'Ecole Vétérinaire de Lyon, où un dosage de la progestérone sur les prélèvements plasmatiques a été réalisé par chimioluminescence grâce à une machine Immulite 2000® (Siemens, Allemagne). La valeur de référence, de ce laboratoire, pour l'ovulation chez la chienne étant de 6 à 10 ng/mL

Enfin, à propos des mesures de résistivité, il a été demandé de réaliser deux mesures par jour entre le 8^{ème} jour suivant le début des chaleurs et le 20^{ème} jour après le début des chaleurs (soit deux mesures le 8^{ème}, le 10^{ème}, le 11^{ème}, le 12^{ème}, le 13^{ème}, le 14^{ème}, le 15^{ème}, le 16^{ème}, le 17^{ème}, le 18^{ème}, le 19^{ème} et le 20^{ème} jour

après le début des chaleurs). Chaque jour, les mesures devaient être réalisées en insérant la moitié de la longueur de la sonde. Afin de garantir la précision des résultats, il a été demandé d'introduire toujours la même longueur de sonde d'un jour à l'autre. Pour introduire la sonde, il a été conseillé d'écarter doucement la vulve et d'introduire la sonde dans le vagin de l'animal. Il était important que la sonde soit insérée de manière convenable, c'est-à-dire qu'il fallait insérer la sonde avec un angle de 25 à 45 ° par rapport à la verticale (la variation dépend de chaque individu). Puis il a été demandé de laisser la sonde en place pendant 30 secondes dans le vagin de l'animal avant de prendre la mesure afin que celle-ci atteigne la température du corps (ceci améliorant la précision des résultats) et de faire une rotation de 360 degré de façon à ce que les électrodes entrent bien en contact avec le mucus vaginal. La mesure pouvait par la suite être prise comme décrit dans la partie utilisation de la sonde. Il avait été rappelé aux éleveurs également de bien désinfecter la sonde, avec un gel hydroalcoolique et en laissant un temps de contact de 30 secondes, entre deux mesures.

III-Etudes de l'évolution de la résistivité du mucus vaginal chez 23 chiennes de race Labrador au cours de leurs chaleurs

Nous allons présenter au cours des paragraphes qui suivent, les résultats individuels de l'étude réalisée, chez chaque chienne.

III-1- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 1 de l'élevage 1

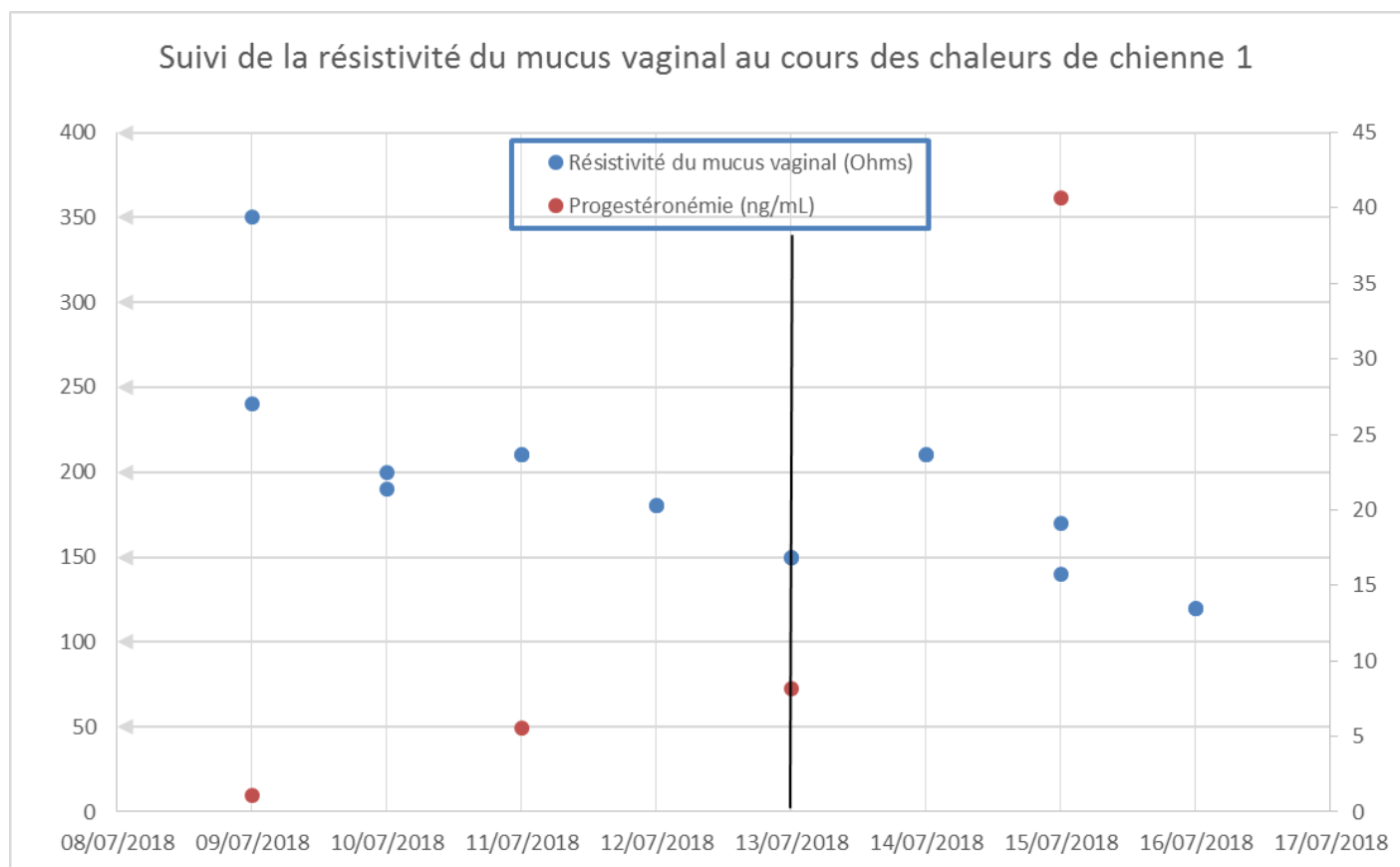
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 1

Tableau 2 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 1 de l'élevage 1. Le jour en rouge correspond au jour supposé de l'ovulation.

Chienne 1 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
09/07/2018	8	10h	350	295	1,07
09/07/2018	8	19h	240	295	
10/07/2018	9	10h	190	195	
10/07/2018	9	19h	200	195	
11/07/2018	10	10h	210	210	5,53

11/07/2018	10	19h	210	210	
12/07/2018	11	10h	180	180	
12/07/2018	11	19h	180	180	
13/07/2018	12	10h	150	150	8,17
13/07/2018	12	19h	150	150	
14/07/2018	13	10h	210	210	
14/07/2018	13	19h	210	210	
15/07/2018	14	10h	170	155	40,7
15/07/2018	14	19h	140	155	
16/07/2018	15	10h	120	120	
16/07/2018	15	19h	120	120	

Figure 13 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouge) de la chienne 1 de l'élevage 1. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie.



On considère chez la chienne 1, que l'ovulation a eu lieu le 13 Juillet 2018, soit 12 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 8.17 ng/mL.

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours du temps : 4 jours avant l'ovulation (soit le 9 Juillet 2018), elle atteint son maximum avec une valeur de 350 Ohms. Elle chute de plus de 30 % (31% exactement) dans

la journée du 9 Juillet (soit 4 jours avant l'ovulation), passant de 350 Ohms à 10 heures à 240 Ohms à 19 heures. Puis elle diminue faiblement jusqu'au jour de l'ovulation, passant de 240 Ohms, 4 jours avant l'ovulation, à 150 Ohms, le jour de l'ovulation. Elle augmente de nouveau, faiblement (hausse de 28 %) 24 heures après l'ovulation, atteignant une valeur de 210 Ohms, avant de chuter légèrement (baisse de 19%) 48 heures après l'ovulation passant à des valeurs de 170 Ohms puis 140 Ohms. 72 heures après l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal atteint des valeurs basales de 120 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, au cours de sa thèse, la mesure de la résistivité du mucus vaginal ne permet pas dans le cas de chienne 1 de détecter l'ovulation, car aucune chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal n'est remarquable dans les 48 heures entourant l'ovulation. La seule chute de résistivité du mucus vaginal, de plus de 30%, ayant lieu 4 jours avant l'ovulation.

III-2- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 2 de l'élevage 1

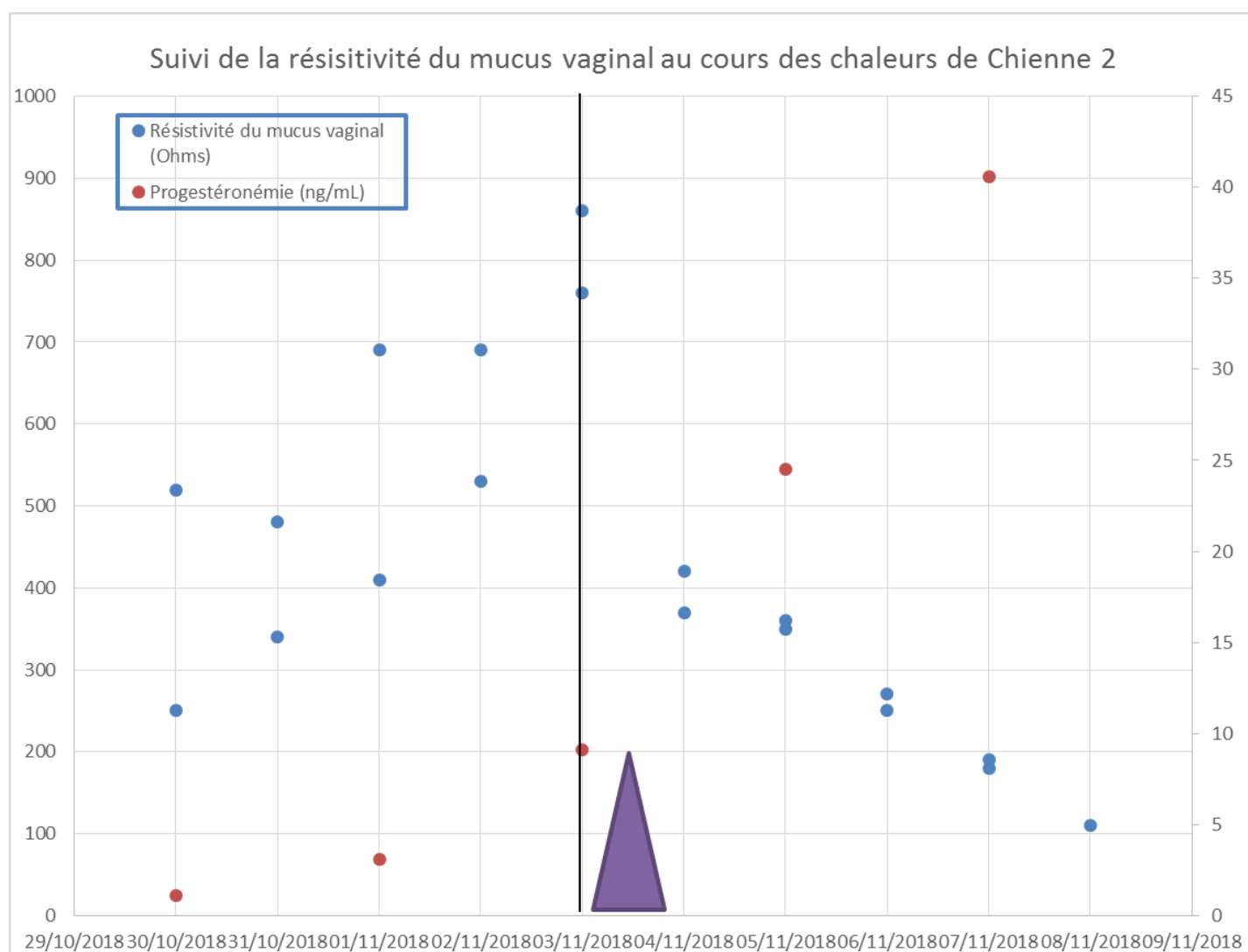
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 2.

Tableau 3 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 2 de l'élevage 1. Le jour en rouge correspond à la date de l'ovulation selon le dosage de progestéronémie.

Chienne 2 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité mucus (Ohms) du vaginal	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
30/10/2018	8	11h	520	385	1,13
30/10/2018	8	19h	250	385	
31/10/2018	9	11h30	340	410	
31/10/2018	9	19h30	480	410	
01/11/2018	10	11h	410	550	3,1
01/11/2018	10	20h	690	550	
02/11/2018	11	11h30	530	610	
02/11/2018	11	20h	690	610	
03/11/2018	12	11h	760	810	9,13
03/11/2018	12	19h	860	810	
04/11/2018	13	11h	420	395	
04/11/2018	13	19h30	370	395	
05/11/2018	14	11h	350	355	24,5

05/11/2018	14	19h	360	355	
06/11/2018	15	11h	250	260	
06/11/2018	15	19h	270	260	
07/11/2018	16	11h	190	185	40,6
07/11/2018	16	19h	180	185	
08/11/2018	17	19h	110	110	

Figure 14 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 2 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté via la mesure de résistivité du mucus vaginal



On considère chez la chienne 2, que l'ovulation a eu lieu le 3 Novembre 2018, soit 12 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 9.13 ng/mL.

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez Chienne 2 : 4 jours avant l'ovulation, le 30 Octobre 2018, une chute de plus de 50 % de la résistivité du mucus vaginal est détectée au cours de la journée, celle-ci passant de 520 Ohms à 250 Ohms. Puis la résistivité du mucus vaginal augmente du 4^{ème} jour avant l'ovulation au jour de l'ovulation, passant de 250 Ohms à 860 Ohms, le jour de l'ovulation (pic de 860 Ohms mesuré à 19heures le 3 Novembre). Suite à ce pic de résistivité, ayant eu lieu le jour de l'ovulation et plus précisément 8 heures après la mesure du taux de progestérone confirmant l'ovulation, une chute brutale de la résistivité est remarquée (chute de 51%) dans les 24 heures suivant l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal passant de 860 Ohms, le jour de l'ovulation, à 420 Ohms, le jour suivant l'ovulation. Suite à cette chute brutale, la résistivité du mucus vaginal continue à diminuer progressivement, du jour suivant l'ovulation au 5^{ème} jour suivant l'ovulation, passant de 420 Ohms à 110 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, au cours de sa thèse, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez Chienne 2 de détecter l'ovulation à 24 heures près. En effet une chute de plus de 30% de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) a lieu dans les 24 heures suivant l'ovulation (passant de 860 à 420 Ohms). Attention cependant, une chute de plus de 30% a également été observée, chez la chienne 2, au cours de la 4^{ème} journée précédent l'ovulation.

III-3- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 3 de l'élevage 1

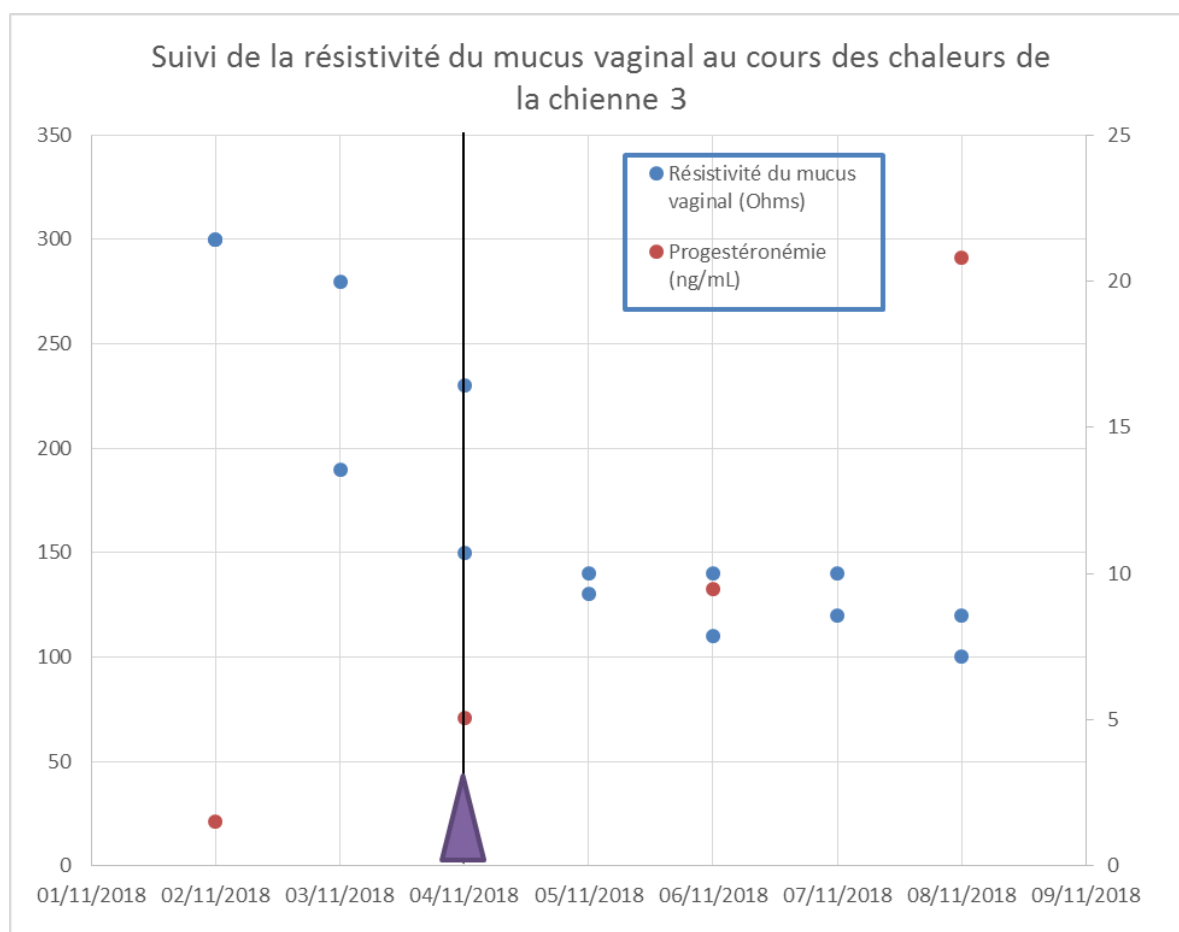
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 3.

Tableau 4 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 3 de l'élevage 1. Le jour en rouge correspond au jour de l'ovulation déterminé par le dosage de la progestéronémie

Chienne 3 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
02/11/2018	8	12h	300	300	1,53
02/11/2018	8	21h	300	300	
03/11/2018	9	11h	280	235	
03/11/2018	9	20h	190	235	
04/11/2018	10	11h	230	190	5,06
04/11/2018	10	20h	150	190	
05/11/2018	11	11h	140	135	

05/11/2018	11	20h	130	135	
06/11/2018	12	11h	140	125	9,48
06/11/2018	12	19h	110	125	
07/11/2018	13	11h	120	130	
07/11/2018	13	19h30	140	130	
08/11/2018	14	11h	120	110	20,8
08/11/2018	14	19h	100	110	

Figure 15 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 3 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté via la mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 3, que l'ovulation a eu lieu le 4 Novembre 2018, soit 10 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 5.06 ng/mL.

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 3 : elle est maximale deux jours avant l'ovulation avec

une valeur de 300 Ohms. Elle connaît une première chute au cours de la journée précédent le jour de l'ovulation, passant de 280 à 190 Ohms (chute de 32 %). Le jour de l'ovulation (le 4 Novembre) elle connaît une hausse dans un premier temps, atteignant 230 Ohms, puis chute au cours de la journée jusqu'à une valeur de 150 Ohms (chute de 35%). Dès le jour suivant l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal atteint des valeurs basales, jusqu'à une valeur minimale de 100 Ohms atteint 4 jours après l'ovulation.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, au cours de sa thèse, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 3 de détecter l'ovulation à 9 heures près (intervalle de temps entre les deux mesures réalisées le jour de l'ovulation selon le tableau 3). En effet une chute de plus de 30% (dans ce cas 35%) de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) a lieu dans les 9 heures suivant l'ovulation (passant de 230 à 150 Ohms). Cependant, une chute de plus de 30% a également été observée, chez la chienne 3, le jour précédent l'ovulation mais cette chute était moindre (de 32% contre 35%).

III-4- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 4 de l'élevage 1

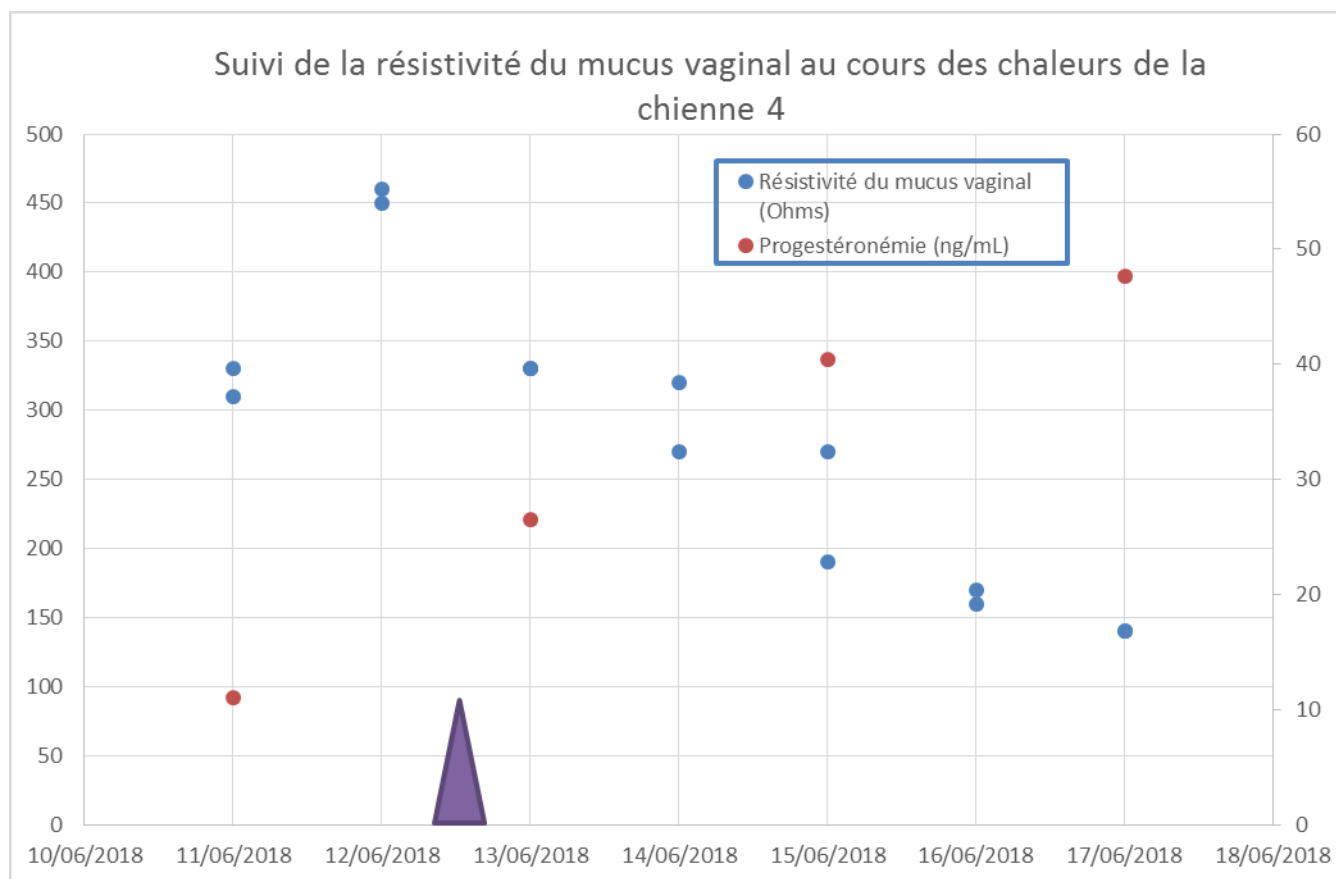
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 4.

Tableau 5 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 4 de l'élevage 1.

Chienne 4 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
11/06/2018	8	10h	310	320	11
11/06/2018	8	19h	330	320	
12/06/2018	9	10h	450	455	
12/06/2018	9	19h	460	455	
13/06/2018	10	10h	330	330	26,5
13/06/2018	10	19h	330	330	
14/06/2018	11	10h	320	295	
14/06/2018	11	19h	270	295	
15/06/2018	12	10h	270	230	40,4
15/06/2018	12	19h	190	230	
16/06/2018	13	10h	170	165	
16/06/2018	13	19h	160	165	
17/06/2018	14	10h	140	140	47,7

17/06/2018	14	19h	140	140	
------------	----	-----	-----	-----	--

Figure 16 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de Chienne 4 au cours des chaleurs. Le triangle violet correspond au moment de l'ovulation détecté avec la mesure de la résistivité du mucus vaginal. Aucune ligne noire ne figure sur le graphique car le dosage de la progestéronémie n'a pas permis de détecter l'ovulation dans ce cas.



Dans le cas de la chienne 4, on remarque que bien que le suivi de progestérone fut bien réalisé dès le 8^{ème} jour après le début des chaleurs, celle-ci était de 11 ng/mL, huit jours après le début des chaleurs. On ne peut donc pas connaître exactement le jour de l'ovulation cependant on peut affirmer que celle-ci a eu lieu avant le 8^{ème} jour des chaleurs.

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 4 : Elle augmente entre le 8^{ème} jour des chaleurs et le 9^{ème} jour des chaleurs passant de 310 à 460 Ohms puis chute brutalement le 10^{ème} jour des chaleurs, atteignant une valeur de 330 Ohms (chute de 28%). Puis la résistivité du mucus vaginal continue à diminuer progressivement jusqu'au 14^{ème} jour après le début des chaleurs atteignant une valeur basale de 140 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, au cours de sa thèse, la mesure de la résistivité du mucus vaginal ne permet pas chez la chienne 4 de détecter l'ovulation, la chute la plus marquée de résistivité du mucus vaginal étant inférieure à 30 % (28% dans ce cas). Cependant, nous pouvons nuancer nos propos : considérons que la chute de résistivité ayant lieu entre le 9^{ème} et le 10^{ème} jour des chaleurs (de 28% et symbolisée par le triangle violet) marque le moment de l'ovulation selon la mesure de résistivité du mucus vaginal via la sonde et que l'ovulation réelle (selon la mesure de progestéronémie) ait bien lieu avant le 8^{ème} jour de l'ovulation, alors le décalage entre l'ovulation réelle et celle déterminée via la sonde serait alors d'au moins 48 heures.

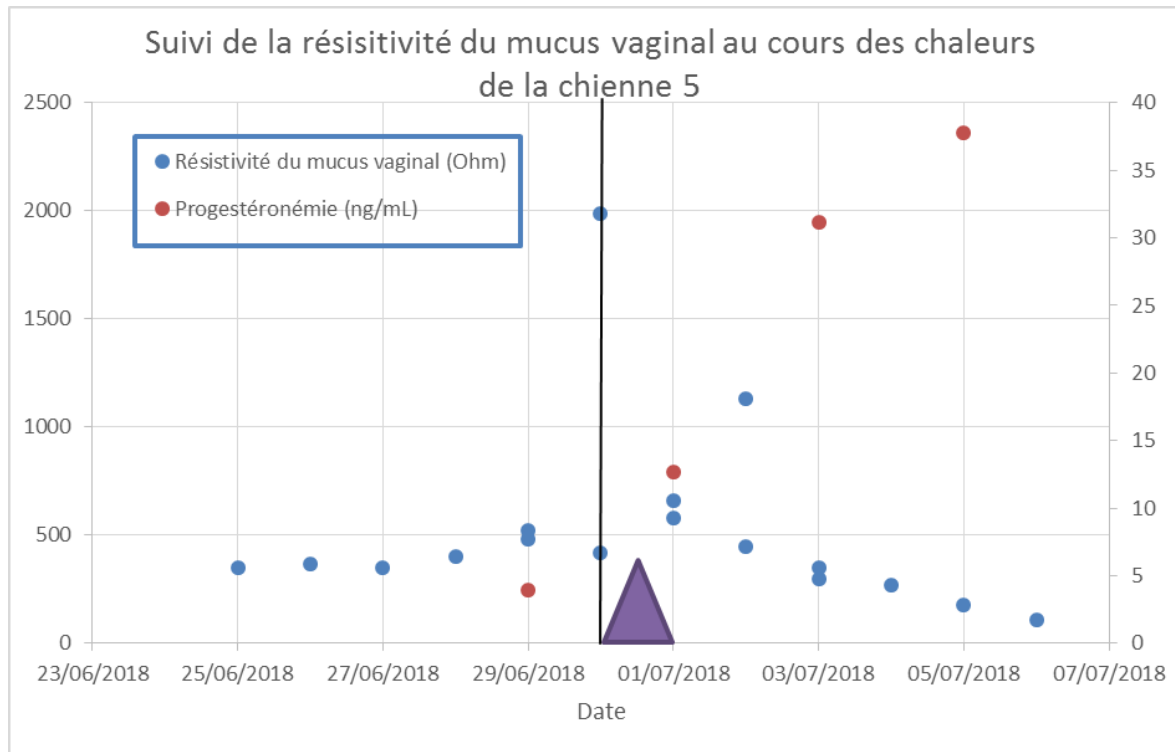
III-5- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 5 de l'élevage 2

Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 5

Tableau 6 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 5 de l'élevage 2. Le jour en rouge correspond au jour de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Chienne 5 de l'élevage 2					
Jour	Jour après le début des chaleurs	Heure	Mesure de la résistivité du mucus vaginal (Ohm)	Moyenne quotidienne de la résistivité (Ohm)	Taux de progestérone (ng/mL)
25/06/2018	8	11h30	350	350	
26/06/2018	9	11h30	370	370	
27/06/2018	10	11h30	350	350	
28/06/2018	11	11h30	400	400	
29/06/2018	12	11h30	480	500	3,98
29/06/2018	12	17h	520	500	
30/06/2018	13	11h30	420	1205	
30/06/2018	13	17h	1990	1205	
01/07/2018	14	11h30	660	620	12,7
01/07/2018	14	17h	580	620	
02/07/2018	15	11h30	450	780	
02/07/2018	15	17h	1130	780	
03-juil	16	11h30	350	325	31,2
03/07/2018	16	17h	300	325	
04/07/2018	17	11h30	270	270	
05/07/2018	18	11h30	180	180	37,8
06/07/2018	19	11h30	110	110	

Figure 17 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 5 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté via la mesure de la résistivité du mucus vaginal



On considère chez la chienne 5, que l'ovulation a eu lieu le 30 Juin 2018, soit 13 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors comprise entre 3.98 et 12.7 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 5 : elle augmente progressivement entre le 5^{ème} jour avant l'ovulation et le jour précédent l'ovulation passant de 350 Ohms à 520 Ohms. Le jour de l'ovulation (le 30 Juin) elle diminue légèrement dans un premier temps, atteignant une valeur de 420 Ohms avant d'augmenter brutalement, ce même jour, atteignant une valeur de 1990 Ohms. Le jour suivant l'ovulation elle chute brutalement (chute de 67%) atteignant une valeur de 660 Ohms puis de 580 Ohms. Deux jours après l'ovulation, elle continue de chuter légèrement, dans un premier temps, atteignant une valeur de 450 Ohms, avant d'augmenter, de nouveau de façon brutale, atteignant un nouveau pic à 1130 Ohms. Trois jours après l'ovulation, elle connaît une nouvelle chute (de 67%) atteignant une valeur de 330 Ohms, puis diminue progressivement jusqu'à six jours après l'ovulation, jusqu'à une valeur basale de 110 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, au cours de sa thèse, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la

chienne 5 de détecter l'ovulation à 24 heures près. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de Chienne 5 ait eu lieu entre le 30 Juin 2018 et le 1^{er} Juillet 2018. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le soir du 30 Juin et le matin du 1^{er} Juillet 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait de 24 heures maximum. Attention cependant, une autre chute de plus de 30 % de la résistivité est détectable entre deux à trois jours après l'ovulation.

III-6- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 6 de l'élevage 2

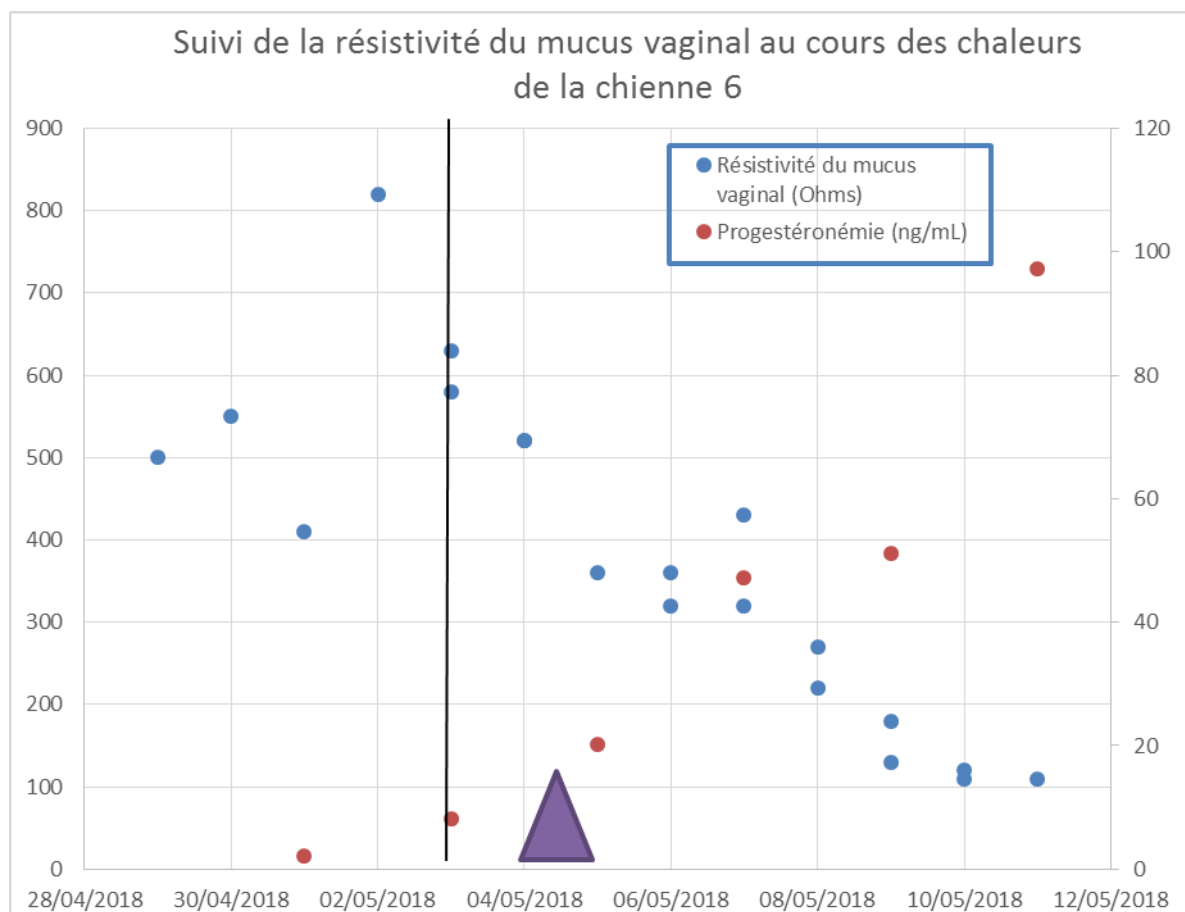
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 6

Tableau 7 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 6 de l'élevage 2. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par mesure de la progestéronémie.

Chienne 6 de l'élevage 2					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne quotidienne de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
29/04/2018	8	11h40	500	500	
30/04/2018	9	11h40	550	550	
01/05/2018	10	11h	410	410	2,06
02/05/2018	11	11h30	820	820	
03/05/2018	12	11h30	630	605	
03/05/2018	12	17h	580	605	8,17
04/05/2018	13	11h30	520	520	
04/05/2018	13	17h	520	520	
05/05/2018	14	11h30	360	360	20,3
06/05/2018	15	11h30	360	340	
06/05/2018	15	17h	320	340	
07/05/2018	16	11h30	430	375	47,1
07/05/2018	16	17h10	320	375	
08/05/2018	17	11h30	270	245	
08/05/2018	17	17h	220	245	
09/05/2018	18	11h30	180	155	51,2
09/05/2018	18	17h	130	155	
10/05/2018	19	11h30	120	115	
10/05/2018	19	17h	110	115	

11/05/2018	20	11h15	110	110	97,3
------------	----	-------	-----	-----	------

Figure 18 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de Chienne 6 au cours des chaleurs. La ligne noire correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie et le triangle à violet détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 6, que l'ovulation a eu lieu le 3 Mai 2018, soit 12 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 8.17 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 6 : Du 4^{ème} au 3^{ème} jour avant l'ovulation, elle augmente progressivement, passant de 500 à 550 Ohms. Puis 2 jours avant l'ovulation, elle chute une première fois (de 25%) atteignant une valeur de 410 Ohms. Le jour précédent l'ovulation, elle augmente brusquement atteignant un pic à 820 Ohms puis chute, une seconde fois, le jour de l'ovulation (chute de 23%) à 630 puis 580 Ohms. Le jour suivant l'ovulation la résistivité du mucus vaginal continue de diminuer, progressivement, atteignant une valeur de 520 Ohms, avant de chuter brutalement (chute de 30%), deux jour après l'ovulation, atteignant une

valeur de 360 Ohms. Puis la résistivité du mucus vaginal continuer de chuter progressivement, jusqu'à 8 jours après l'ovulation, atteignant une valeur basale de 110 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez Chienne 6 de détecter l'ovulation à 48 heures près. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 6 ait eu lieu le 3 Mai 2018, atteignant une valeur 8.17 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le soir du 4 Mai et le matin du 5 Mai 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 24 et 48 heures. Attention cependant, deux autres chutes de résistivité sont observables au cours des chaleurs de Chienne 6, mais celles-ci sont inférieures à 30 %.

III-7- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 7 de l'élevage 2

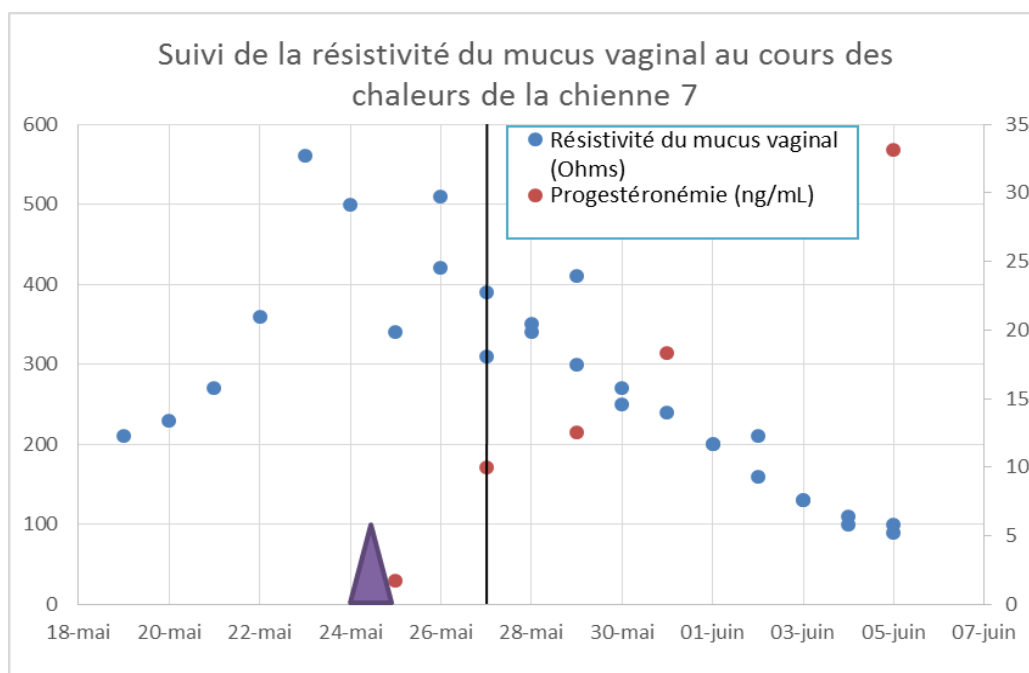
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 7.

Tableau 8 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 7 de l'élevage 2. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie.

Chienne 7 de l'élevage 2					
Date	Jour après début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne quotidienne de la résistivité (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
19-mai	1	15h30	210	210	
20/05/2018	2	11h30	230	230	
21/05/2018	3	12h	270	270	
22/05/2018	4	11h35	360	360	
23/05/2018	5	11h40	560	560	
24/05/2018	6	11h45	500	500	
25/05/2018	7	11h15	340	340	1,71
26/05/2018	8	11h40	510	465	
26/05/2018	8	17h20	420	465	
27/05/2018	9	12h	390	350	9,99
27/05/2018	9	17h20	310	350	
28/05/2018	10	11h30	340	345	
28/05/2018	10	17h20	350	345	
29/05/2018	11	14h20	410	355	12,5

29/05/2018	11	17h20	300	355	
30/05/2018	12	11h30	250	260	
30/05/2018	12	17h20	270	260	
31/05/2018	13	11h50	240	240	18,3
01/06/2018	14	11h30	200	200	
01/06/2018	14	17h20	200	200	
02/06/2018	15	11h30	210	185	
02/06/2018	15	17h20	160	185	
03/06/2018	16	11h30	130	130	
03-juin	16	17h30	130	130	
04/06/2018	17	14h30	100	105	
04/06/2018	17	17h	110	105	
05/06/2018	18	10h30	100	95	33,1
05/06/2018	18	17h15	90	95	

Figure 19 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 7 au cours des chaleurs. La ligne noire correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de progestéronémie et le triangle violet à celui détecté via la mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 7, que l'ovulation a eu lieu le 27 Mai 2018, soit 9 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 9.99 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 7 : elle augmente du 8^{ème} jour avant l'ovulation au 4^{ème} jour avant l'ovulation passant de 210 Ohms à 560 Ohms. Trois jours avant l'ovulation, elle chute légèrement atteignant 500 Ohms puis du 3^{ème} au 2^{ème} jour avant l'ovulation la résistivité du mucus vaginal connaît une chute plus marquée (chute de 32%) atteignant une valeur de 340 Ohms. Le jour précédent l'ovulation, elle augmente de nouveau, dans un premier temps, atteignant une valeur de 510 Ohms, puis rechute ce même jour (chute de 17%), dans un second temps, atteignant une valeur de 420 Ohms. Par la suite, c'est-à-dire du jour de l'ovulation à 7 jours après celle-ci, la résistivité du mucus vaginal baisse progressivement, atteignant une valeur basale de 160 Ohms, 7 jours après l'ovulation.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 7 de détecter l'ovulation à 72 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 7 ait eu lieu le 27 Mai 2018, atteignant une valeur 9.99 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le 24 Mai et le 25 Mai 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 48 et 72 heures. Attention cependant, une autre chute marquée de résistivité est observable au cours des chaleurs de la chienne 7, mais celle-ci est inférieure à 30 % (17% dans ce cas).

III-8- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 8 de l'élevage 1

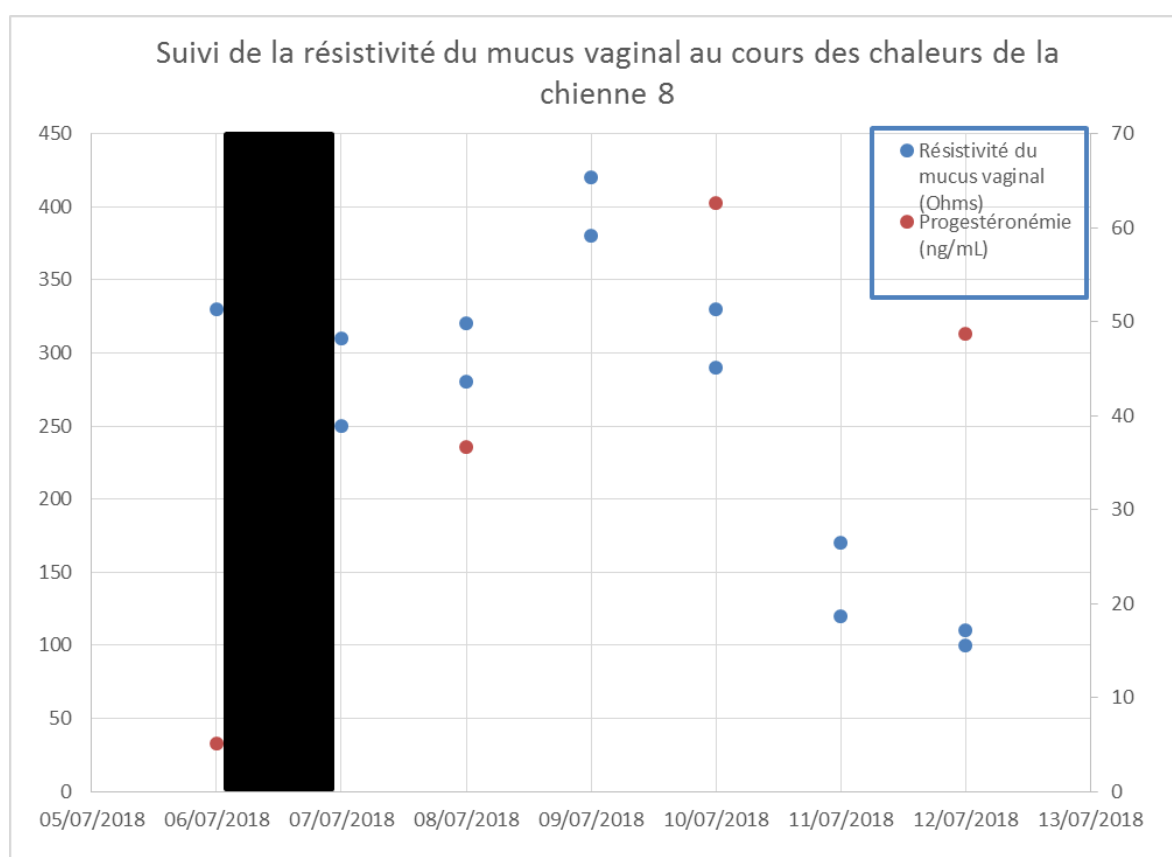
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 8.

Tableau 9 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 8 de l'élevage 1. La période en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté via le dosage de la progestéronémie.

Chienne 8 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
06/07/2018	8	19h	330	330	5.06
07/07/2018	9	10h	250	280	
07/07/2018	9	19h	310	280	
08/07/2018	10	10h	280	300	36.6
08/07/2018	10	19h	320	300	
09/07/2018	11	10h	380	400	

09/07/2018	11	19h	420	400	
10/07/2018	12	10h	330	310	62,6
10/07/2018	12	19h	290	310	
11-juil	13	10h	170	145	
11/07/2018	13	19h	120	145	
12/07/2018	14	10h	110	105	48,7
12/07/2018	14	19h	100	105	

Figure 20 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 8 au cours des chaleurs. La zone en noire correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie. Aucun triangle ne figure sur cette figure car l'ovulation n'a pu être détectée par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 8, que l'ovulation a eu lieu entre le 6 Juillet et le 7 Juillet 2018, soit entre 8 et 9 jours après le début de ses chaleurs, la valeur de progestérone étant de 5.06 ng/mL le 6 Juillet (limite basse selon De Gier et al., 2006, de la progestéronémie au moment de l'ovulation) et de 36.6 ng/mL le 8 Juillet 2018 (valeur de progestéronémie pour laquelle l'ovulation a déjà eu lieu).

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 8 : elle est de 330 Ohms 8 jours après le début des chaleurs, puis diminue à 250 Ohms avant de remonter à 310 Ohms au cours du 9^{ème} jour après le début des chaleurs. Puis du 10^{ème} jour au 14^{ème} jour après le début des chaleurs la résistivité du mucus vaginal diminue progressivement, atteignant une valeur basale de 100 Ohms, 14 jours après le début des chaleurs.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal ne permet pas chez la chienne 8 de détecter l'ovulation, car aucune chute de plus de 30%, ou avoisinant les 30%, de la résistivité du mucus vaginal n'a eu lieu pendant ses chaleurs.

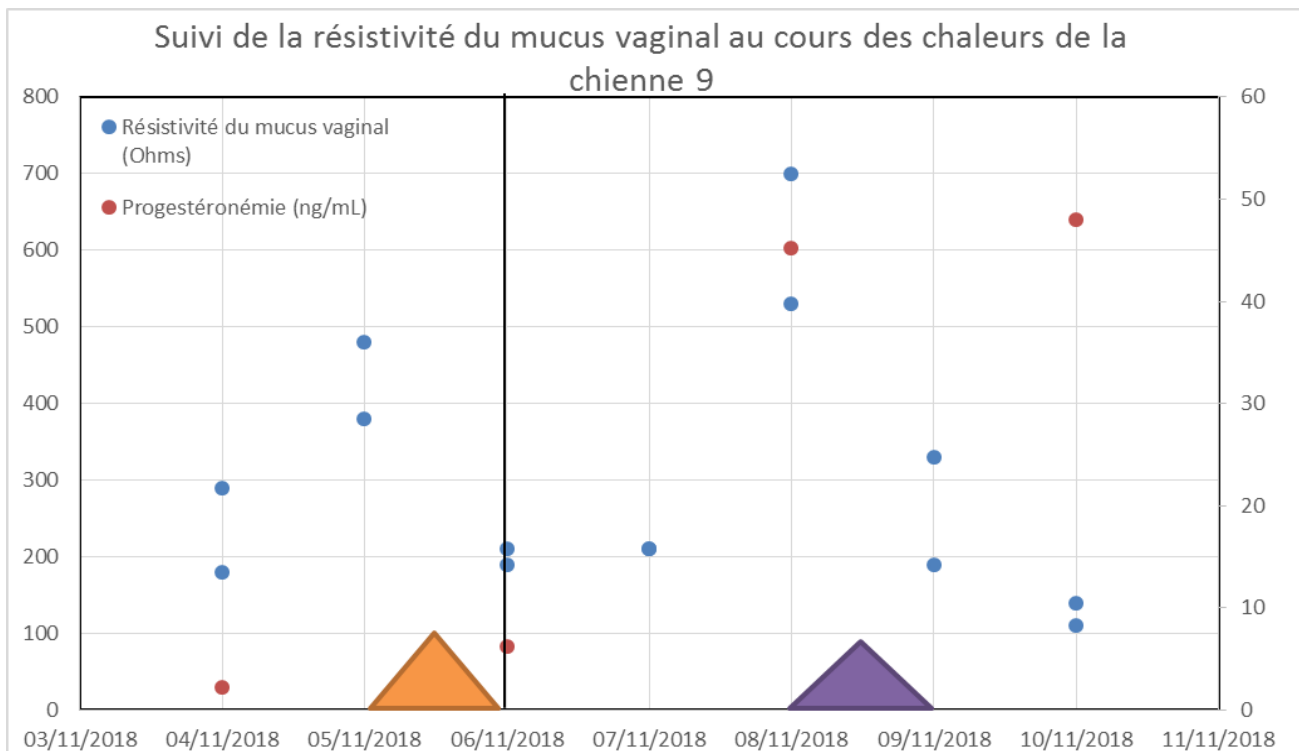
III-9- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 9 de l'élevage 1

Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 9

Tableau 10 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 9 de l'élevage 1. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté via le dosage de la progestéronémie

Chienne 9 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
04/11/2018	8	11h	290	235	2,25
04/11/2018	8	20h	180	235	
05/11/2018	9	11h	380	430	
05/11/2018	9	19h	480	430	
06/11/2018	10	11h	190	200	6,23
06/11/2018	10	19h	210	200	
07/11/2018	11	11h	210	210	
07/11/2018	11	19h	210	210	
08/11/2018	12	11h	530	615	45,2
08/11/2018	12	19h	700	615	
09/11/2018	13	11h	190	260	
09/11/2018	13	19h	330	260	
10/11/2018	14	11h	140	125	48
10/11/2018	14	19h	110	125	

Figure 21 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 9 au cours des chaleurs. La ligne verticale noire correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté via la mesure de la résistivité du mucus vaginal. Le triangle orange montre lui un pic surnuméraire de résistivité du mucus vaginal pouvant induire l'opérateur en erreur.



On considère chez la chienne 9, que l'ovulation a eu lieu le 6 Novembre 2018, soit 10 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 6.23 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 9 : deux jours avant l'ovulation elle a une valeur de 280 Ohms et chute au cours de cette journée à 190 Ohms. Le jour précédent l'ovulation elle augmente passant de 190 Ohms à 380 puis à 480 Ohms, au cours de cette même journée. Le jour de l'ovulation elle chute brusquement (chute de 60%.) passant de 480 Ohms à 180 Ohms, avant de remonter légèrement à 210 Ohms. Le deuxième jour suivant l'ovulation, elle augmente brutalement passant de 210 Ohms à 530 puis à 700 Ohms, au cours de cette même journée. Le 3^{ème} jour après l'ovulation, elle chute de nouveau brutalement (chute de 73%) passant de 700 Ohms à 190 Ohms avant de connaître une nouvelle hausse, dans la même journée, atteignant 330 Ohms. Enfin le 4^{ème} jour après l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal atteint des valeurs basales de 140 puis 110 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 9 de détecter l'ovulation entre 48 à 72 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de Chienne 9 ait eu lieu le 6 Novembre 2018, atteignant une valeur 6.23 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le soir du 8 Novembre et le matin du 9 Novembre 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 48 et 72 heures. Attention cependant, une autre chute marquée de résistivité est observable au cours des chaleurs de la chienne 9 (symbolisée par le triangle orange), mais celle-ci présente une pente plus faible (60% contre 73%). Cette chute de résistivité a lieu dans les 24 heures précédant l'ovulation et serait donc un meilleur témoin de l'ovulation chez Chienne 9.

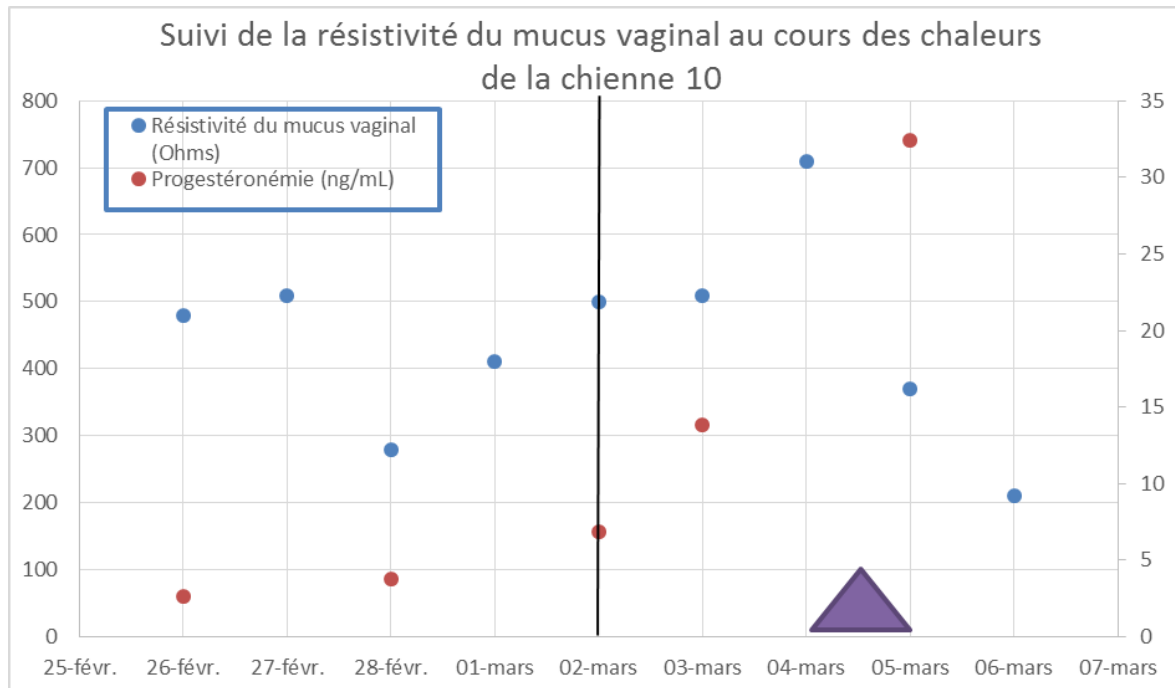
III-10- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 10 de l'élevage 3

Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 10.

Tableau 11 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 10 de l'élevage 3. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté via le dosage de la progestéronémie.

Chienne 10 de l'élevage 3			
Jour	temps après le début des chaleurs	Progestéronémie (ng/ml)	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)
26-févr	8 jours	2,68	480
27-févr	9 jours		510
28-févr	10 jours	3,76	280
01-mars	11 jours		410
02-mars	12 jours	6,9	500
03-mars	13 jours	13,8	510
04-mars	14 jours		710
05-mars	15 jours	32,4	370
06-mars	16 jours		210

Figure 22 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 10 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de progestéronémie et le triangle violet à celui détecté via la mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 10, que l'ovulation a eu lieu le 2 Mars 2018, soit 12 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 6.9 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 10 : elle passe de 480 Ohms, 4 jours avant l'ovulation à 510 Ohms, 3 jours avant celle-ci. Puis du 3^{ème} jour avant l'ovulation, au 2^{ème} avant celle-ci, elle chute de 510 Ohms à 280 Ohms (chute de 45%). Du 2^{ème} jour avant l'ovulation au jour précédant l'ovulation la résistivité du mucus vaginal passe de 280 Ohms à 410 Ohms, puis atteint 500 Ohms, le jour de l'ovulation et finalement 710 Ohms deux jours après l'ovulation. Du 2^{ème} au 3^{ème} jour suivant l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal chute de 710 Ohms à 370 Ohms (chute de 48%) avant d'atteindre une valeur basale de 210 Ohms au 4^{ème} jour après l'ovulation.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 10 de détecter l'ovulation entre 48 à 72 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 10 ait eu lieu le 2 Mars 2018, atteignant une valeur 6.9 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le 4 Mars et le 5 Mars 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la

progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 48 et 72 heures. Attention cependant, une autre chute marquée de résistivité est observable au cours des chaleurs de la chienne 10 (du 27 au 28 Février) mais celle-ci présente une pente plus faible (45% contre 48%).

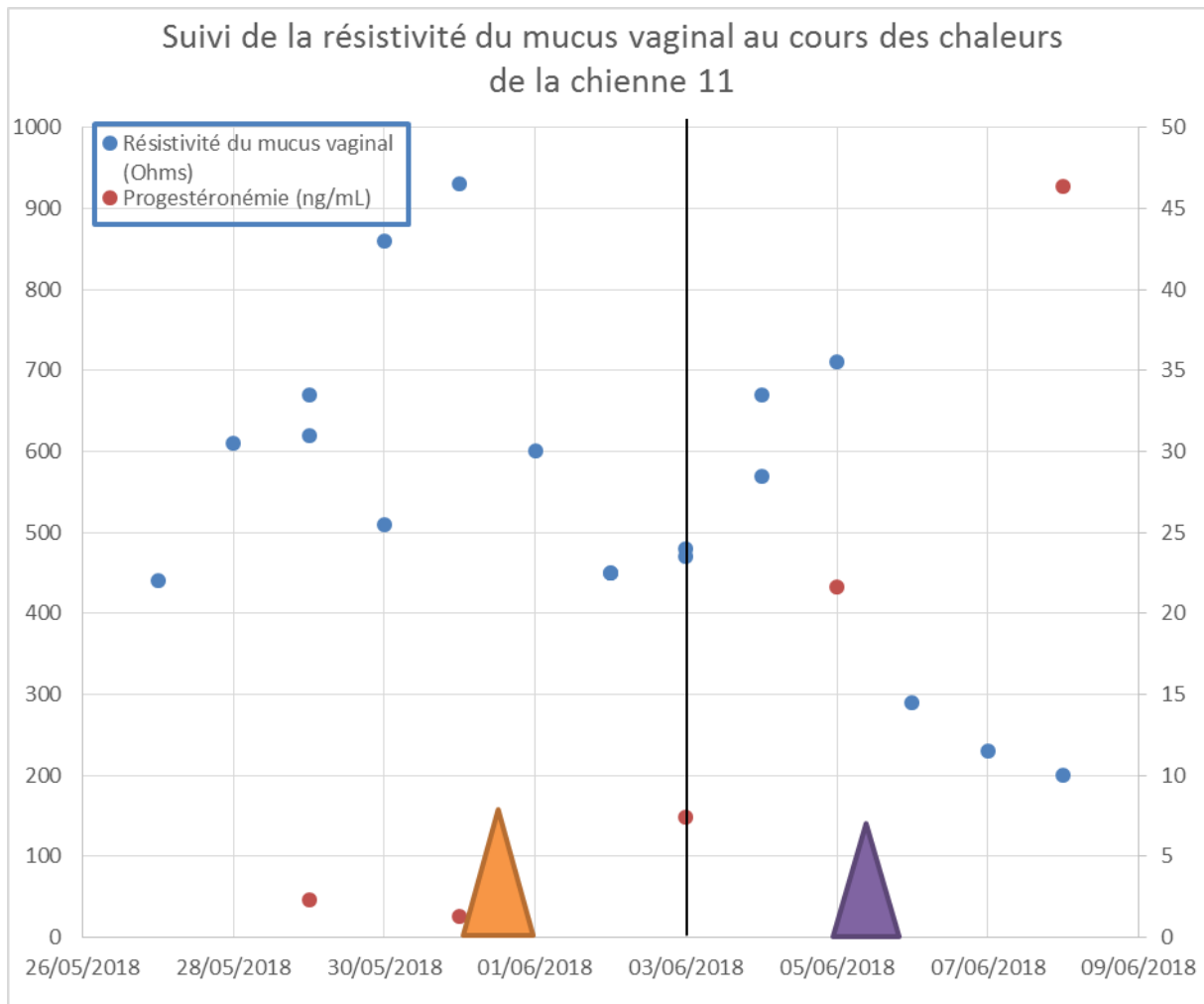
III-11- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 11 de l'élevage 2

Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 11

Tableau 12 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 11 de l'élevage 2. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté via la mesure de progestérone

Chienne 11 de l'élevage 2					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
27/05/2018	8	12h	440	440	
28/05/2018	9	11h30	610	610	
29/05/2018	10	14h40	620	645	2,3
29/05/2018	10	17h20	670	645	
30/05/2018	11	11h30	510	685	
30/05/2018	11	17h	860	685	
31/05/2018	12	11h40	930	930	1,32
01/06/2018	13	11h30	600	600	
02/06/2018	14	11h30	450	450	
02/06/2018	14	17h	450	450	
03/06/2018	15	11h30	470	475	7,45
03/06/2018	15	17h30	480	475	
04/06/2018	16	14h30	570	620	
04/06/2018	16	17h	670	620	
05/06/2018	17	10h30	710	710	21,6
06/06/2018	18	10h30	290	290	
07/06/2018	19	10h30	230	230	
08/06/2018	20	10h30	200	200	46,4

Figure 23 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 11 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par mesure de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal. Le triangle orange correspond à un pic surnuméraire de résistivité du mucus vaginal .



On considère chez la chienne 11, que l'ovulation a eu lieu 3 Juin 2018, soit 15 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 7.45 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 11 : elle augmente du 7^{ème} au 5^{ème} jour avant l'ovulation passant de 440 Ohms à 670 Ohms. Du 5^{ème} au 4^{ème} jour avant l'ovulation, elle connaît une première chute passant de 670 à 510 Ohms, avant de connaître une nouvelle hausse au cours du 4^{ème} jour de l'ovulation, atteignant 860 Ohms. Trois jours avant l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal atteint un pic de 930 Ohms. Du 3^{ème} au 2^{ème} jour avant l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal chute brutalement de 930 Ohms à 600 Ohms (chute de 35%) puis continue de

chuter plus faiblement du 2^{ème} jour avant l'ovulation au jour précédant l'ovulation, atteignant alors une valeur de 450 Ohms. Du jour précédant l'ovulation au 2^{ème} jour suivant celle-ci la résistivité du mucus vaginal augmente progressivement passant de 450 Ohms à 710 Ohms. Puis du 2^{ème} au 3^{ème} jour suivant l'ovulation, elle chute brutalement (chute de 60%) de 710 Ohms à 290 Ohms, avant d'atteindre des valeurs basales de 200 Ohms, cinq jours après l'ovulation.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 11 de détecter l'ovulation entre 48 à 72 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 11 ait eu lieu le 3 Juin 2018, atteignant une valeur 7.45 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le 5 Juin et le 6 Juin 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 48 et 72 heures. Attention cependant, une autre chute marquée de résistivité est observable au cours des chaleurs de la chienne 11 (symbolisée par le triangle orange), mais celle-ci présente une pente plus faible (35% contre 60%). Cette chute de résistivité a lieu dans les 72 heures précédant l'ovulation et pourrait induire l'éleveur en erreur qui pourrait alors penser qu'aucune autre chute de résistivité n'aurait lieu par la suite au cours des chaleurs.

III-12- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 12 de l'élevage 2

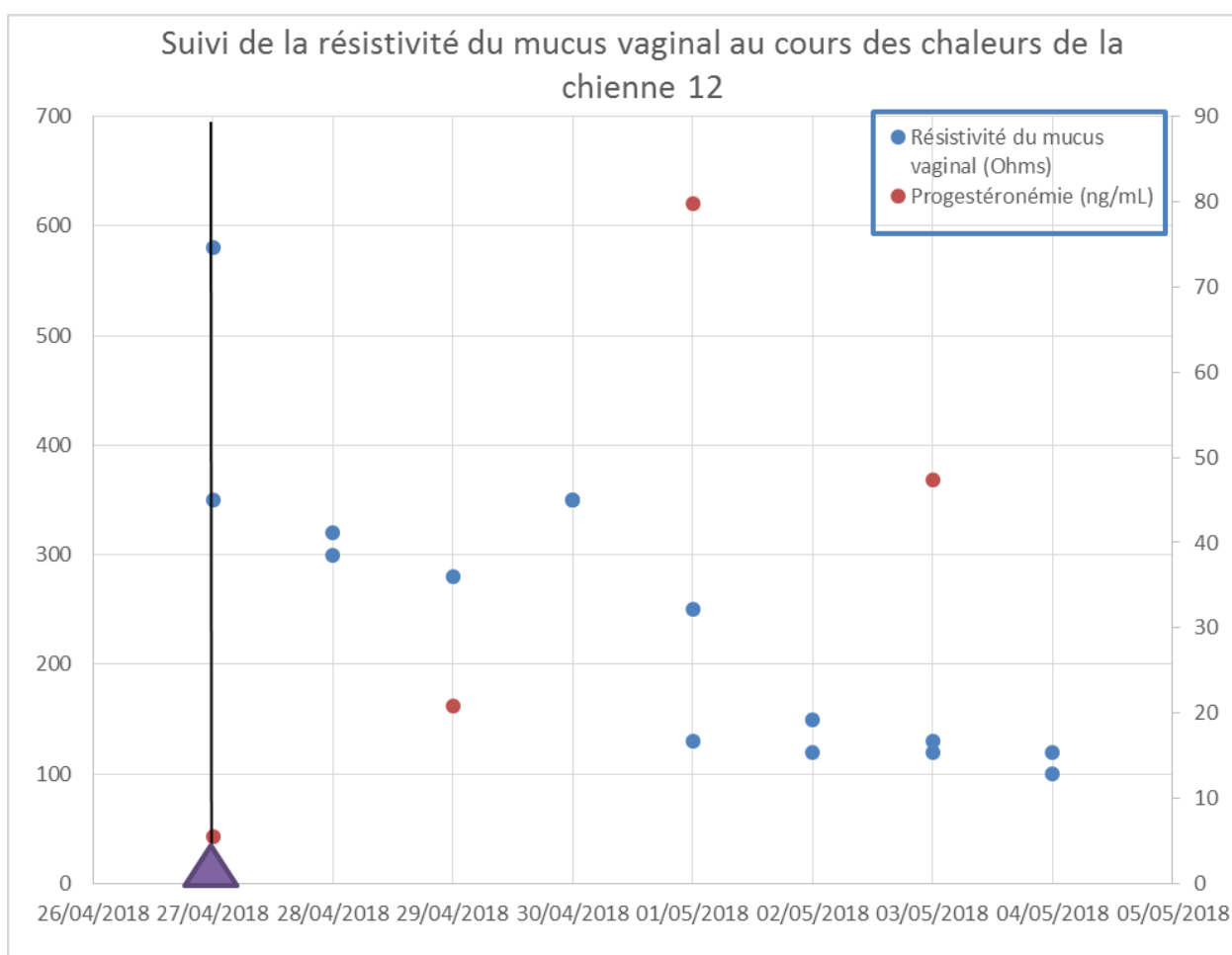
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 12.

Tableau 13 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 12 de l'élevage 2. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté via le dosage de progestéronémie.

Chienne 12 de l'élevage 2					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
27/04/2018	8	11h30	580	415	5,5
27/04/2018	8	17h	350	415	
28/04/2018	9	11h30	300	310	
28/04/2018	9	17h	320	310	
29/04/2018	10	11h30	280	280	20,8
30/04/2018	11	11h30	350	350	

30/04/2018	11	17h	350	350	
01/05/2018	12	11h30	250	190	79,8
01/05/2018	12	17h	130	190	
02/05/2018	13	11h30	150	135	
02/05/2018	13	17h30	120	135	
03/05/2018	14	11h30	120	125	47,4
03/05/2018	14	17h	130	125	
04/05/2018	15	11h30	100	110	
04/05/2018	15	17h	120	110	

Figure 24 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 12 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 12, que l'ovulation a eu lieu 27 Avril 2018, soit 8 jours après le début de ses chaleurs. La valeur de la progestéronémie était alors de 5.5 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 12 : Elle est de 580 Ohms le matin du jour de l'ovulation (8^{ème} jour des chaleurs) et chute brutalement à 350 Ohms ce même jour (chute de 40%). Elle reste constante ensuite entre le 1^{er} jour suivant l'ovulation et le 3^{ème} jour suivant l'ovulation avec des valeurs comprises entre 280 et 350 Ohms. Puis du 3^{ème} au 4^{ème} jour suivant l'ovulation elle chute de nouveau à 250 puis 130 Ohms. La résistivité du mucus vaginal reste stable à des valeurs basales comprises entre 100 et 150 Ohms entre le 4^{ème} et le 7^{ème} jour suivant l'ovulation.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez Chienne 12 de détecter l'ovulation à 12 heures près. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 12 ait eu lieu le 27 Avril 2018, atteignant une valeur 5.5 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le matin et le soir du 27 Avril 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait de 12 heures maximum.

III-13- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 13 de l'élevage 1

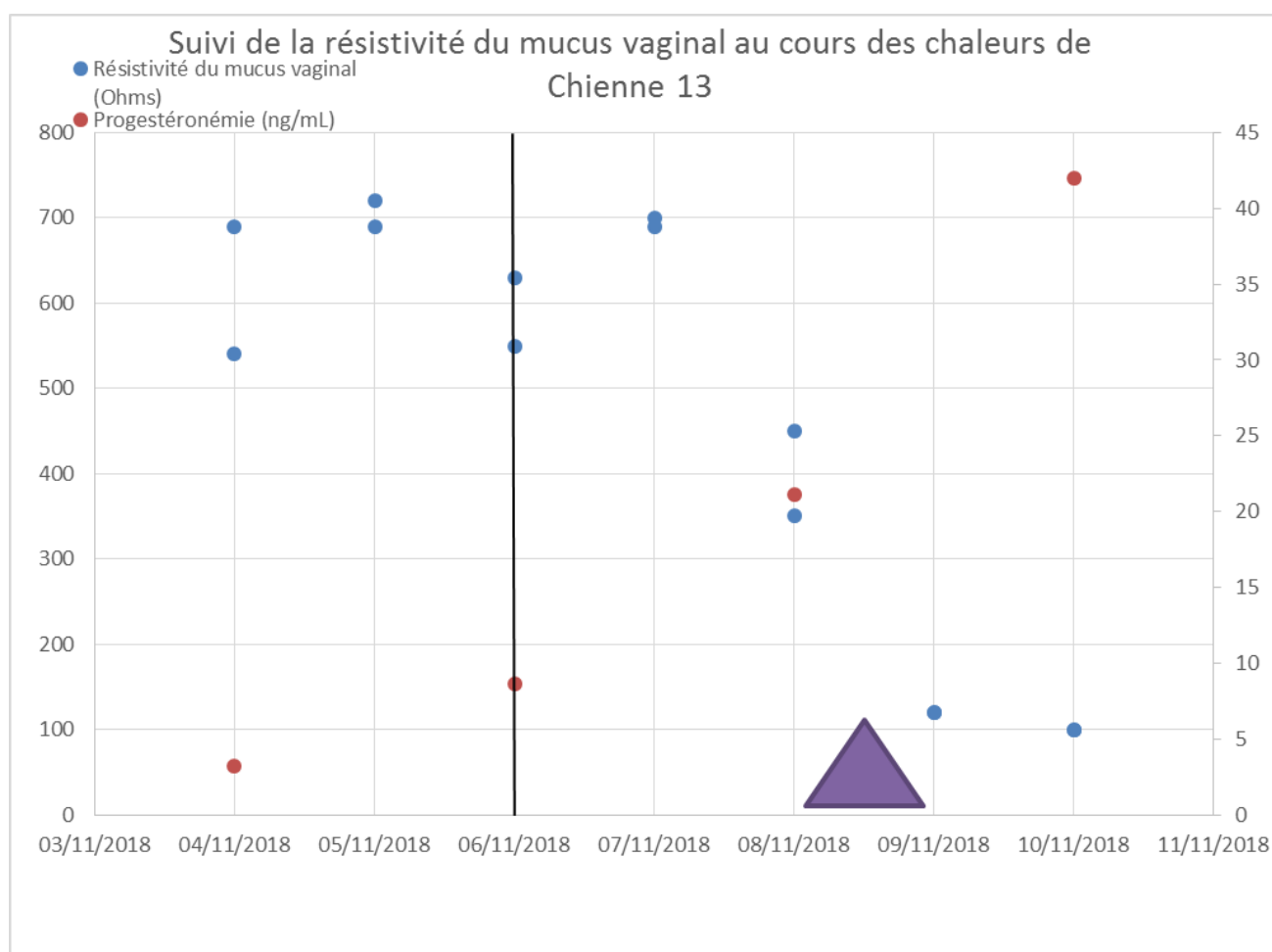
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 13.

Tableau 14 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 13 de l'élevage 1. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Chienne 13 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
04/11/2018	8	11h	540	615	3,18
04/11/2018	8	19h30	690	615	
05/11/2018	9	11h	690	705	
05/11/2018	9	19h	720	705	
06/11/2018	10	11h	630	590	8,62
06/11/2018	10	19h	550	590	
07/11/2018	11	11h	700	695	
07/11/2018	11	19h	690	695	
08/11/2018	12	11h	450	485	21,1
08/11/2018	12	19h	350	485	
09/11/2018	13	11h	120	120	

09/11/2018	13	19h	120	120	
10/11/2018	14	11h	100	100	42
10/11/2018	14	19h	100	100	

Figure 25 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 13 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par le dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 13, que l'ovulation a eu lieu le 6 Novembre 2018, soit le 10^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors de 8.62 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 13 : elle augmente de 540 Ohms à 720 Ohms du 2^{ème} jour précédant l'ovulation au jour précédant l'ovulation. Le jour de l'ovulation elle chute à 630 Ohms puis à 550 Ohms avant d'augmenter de nouveau le jour suivant l'ovulation à 700 Ohms. Au cours du 2^{ème} jour suivant l'ovulation, la résistivité du

mucus vaginal chute à 450 puis à 350 Ohms. Du 2^{ème} au 3^{ème} jour suivant l'ovulation la résistivité chute plus fortement (chute de 37%) atteignant une valeur de 120 Ohms. Finalement, elle atteint des valeurs basales de 100 Ohms, quatre jours après l'ovulation.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 13 de détecter l'ovulation entre 48 à 72 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 13 ait eu lieu le 6 Novembre 2018, atteignant une valeur 8.62 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le 8 Novembre et le 9 Novembre 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 48 et 72 heures.

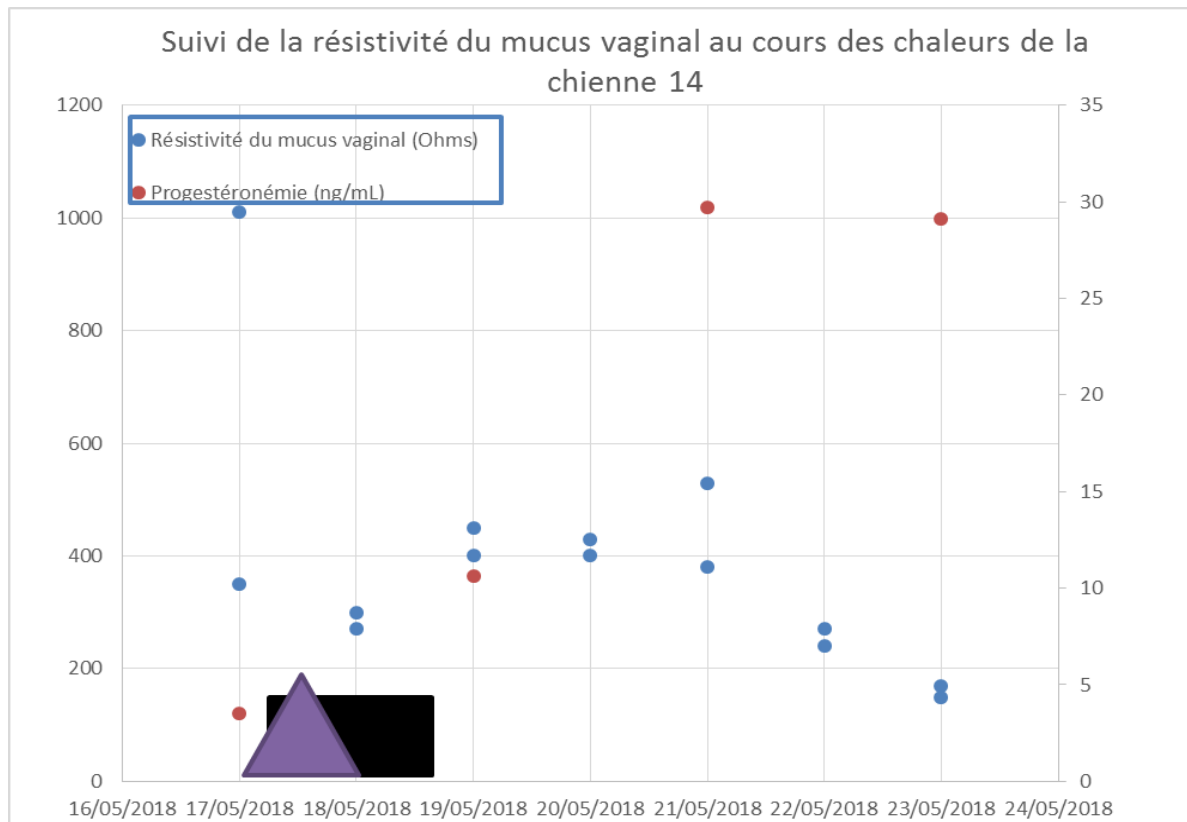
III-14- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 14 de l'élevage 1

Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 14.

Tableau 15 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 14 de l'élevage 1. La période en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Chienne 14 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
17/05/2018	8	11h	350	680	3.5
17/05/2018	8	19h45	1010	680	
18/05/2018	9	11h	270	285	
18/05/2018	9	19h45	300	285	
19/05/2018	10	11h	400	425	10.6
19/05/2018	10	19h45	450	425	
20/05/2018	11	11h	400	415	
20/05/2018	11	19h45	430	415	
21/05/2018	12	11h	380	455	29.7
21/05/2018	12	19h45	530	455	
22/05/2018	13	11h	270	255	
22/05/2018	13	19h45	240	255	
23/05/2018	14	11h	170	160	29.1
23/05/2018	14	19h45	150	160	

Figure 26 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 14 au cours des chaleurs. La plage noire correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 14, que l'ovulation a eu lieu entre le 17 Mai 2018 à 10 heures (moment où la progestéronémie était de 3.5 ng/mL) et le 19 Mai 2018 (moment où la progestéronémie était de 10.6 ng/mL), soit entre le 8^{ème} et le 10^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors comprise entre 3.5 et 10.6 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 14 : le 8^{ème} jour après le début des chaleurs elle augmente brutalement, passant de 350 Ohms à 1010 Ohms. Puis du 8^{ème} jour au 9^{ème} jour après le début des chaleurs (soit à proximité de l'ovulation), la résistivité du mucus vaginal chute brutalement passant de 1010 Ohms à 270 Ohms (chute de 73%). Au cours du 9^{ème} jour après le début des chaleurs, elle remonte légèrement à 300 Ohms. Puis du 10^{ème} jour au 12^{ème} jour après le début des chaleurs, la résistivité du mucus vaginal reste stable entre 380 et 450 Ohms. Au cours du 12^{ème} jour après le début des chaleurs, la résistivité augmente de 380 Ohms à 530 Ohms.

avant de chuter le 13^{ème} jour à 270 Ohms (chute de de 49%). La résistivité du mucus vaginal continuer par la suite à chuter progressivement, atteignant une valeur basale de 150 Ohms le 14^{ème} jour après le début des chaleurs.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 14 de détecter l'ovulation à 25 heures près. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 14 ait eu lieu entre le 17 Mai 2018 à 10 h et le 19 Mai 2018 à 10h. Ainsi la progestéronémie était comprise entre 3.5 ng/mL et 10.6 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le soir du 17 Mai (20h) et le matin du 18 Mai (11h). Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait de 25 heures maximum. A noter qu'une autre chute de résistivité a lieu plus tard au cours des chaleurs (entre le 12^{ème} et le 13^{ème} jour) mais que celle-ci est bien moins importante (49% contre 73%).

III-15- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 15 de l'élevage 1

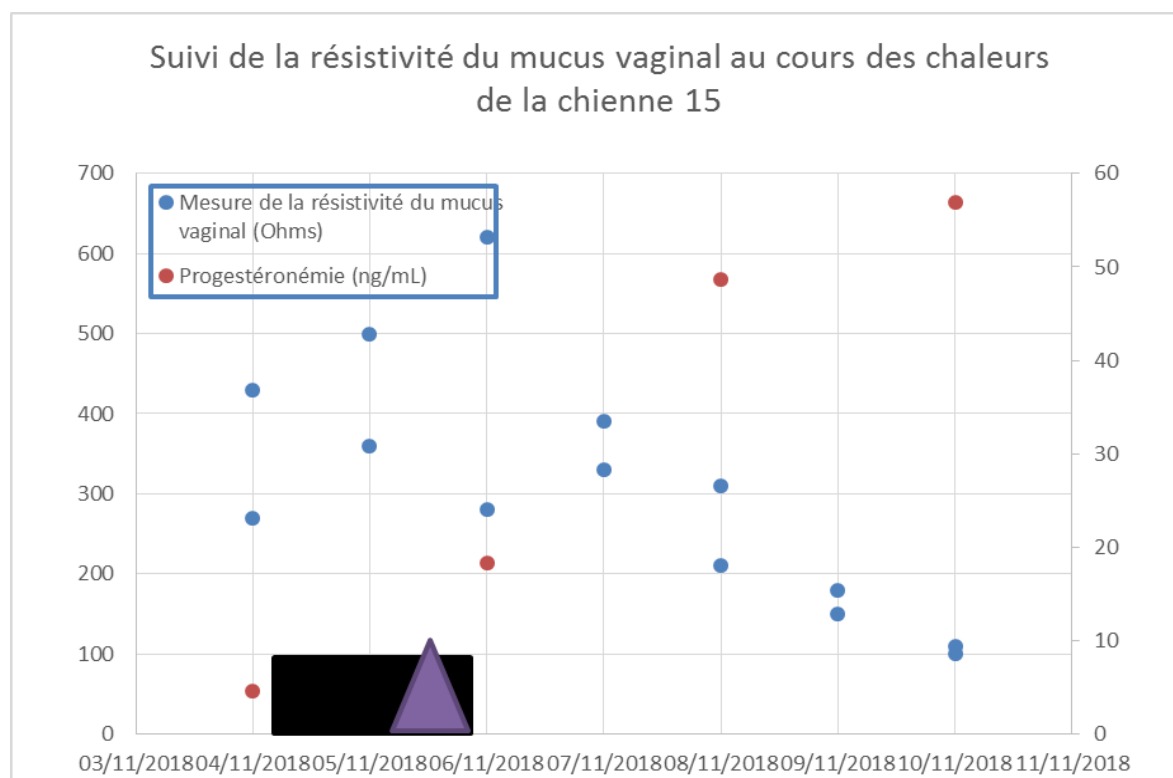
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 15.

Tableau 16 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 15 de l'élevage 1. La période en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Chienne 15 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Mesure de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne quotidienne de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
04/11/2018	Huit	11h	430	350	4,55
04/11/2018	Huit	19h30	270	350	
05/11/2018	9	11h	360	430	
05/11/2018	9	19h30	500	430	
06/11/2018	10	11h	280	450	18,3
06/11/2018	10	19h30	620	450	
07/11/2018	11	11h	390	360	
07/11/2018	11	19h30	330	360	
08/11/2018	12	11h	310	260	48,7
08/11/2018	12	19h30	210	260	
09/11/2018	13	11h	180	165	

09/11/2018	13	19h30	150	165	
10/11/2018	14	11h	110	105	56,9
10/11/2018	14	19h30	100	105	

Figure 27 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 15 au cours des chaleurs. La zone noire correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 15, que l'ovulation a eu lieu entre le 4 Novembre 2018 à 10 heures (moment où la progestéronémie était de 4.55 ng/mL) et le 6 Novembre 2018 à 10 heures (moment où la progestéronémie était de 18.3 ng/mL), soit entre le 8^{ème} et le 10^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors comprise entre 4.55 et 18.3 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 15 : Elle est de 430 Ohms au début du 8^{ème} jour après le début des chaleurs et chute (de 37%) à 270 Ohms au cours de cette même journée. Au cours du 9^{ème} jour après le début des chaleurs, elle augmente atteignant à la fin du 9^{ème} jour une valeur de 500 Ohms avant de chuter brutalement du 9^{ème} au 10^{ème} jour après le début des chaleurs à 280 Ohms (chute de 44%). Au cours du 10^{ème} jour après le début des chaleurs, elle augmente de nouveau atteignant un pic de 620 Ohms avant de chuter de nouveau à 390 Ohms (chute de

37%) le 11^{ème} jour après le début des chaleurs. La résistivité du mucus vaginal diminue par la suite progressivement jusqu'à atteindre une valeur basale de 100 Ohms, 14 jours après le début des chaleurs.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 15 de détecter l'ovulation à 48 heures près maximum. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 15 ait eu lieu entre le 4 Novembre 2018 à 10 h et le 6 Novembre 2018 à 10h. Ainsi la progestéronémie était comprise entre 4.55 ng/mL et 18.3 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le soir du 5 Novembre (20h) et le matin du 6 Novembre (11h). Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait de 48 heures maximum (dans le cas où l'ovulation aurait eu lieu la matinée du 4 Novembre). A noter que deux autres chutes de résistivité ont lieu au cours des chaleurs mais que celles-ci sont bien moins importantes (37% contre 44%).

III-16- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 16 de l'élevage 1

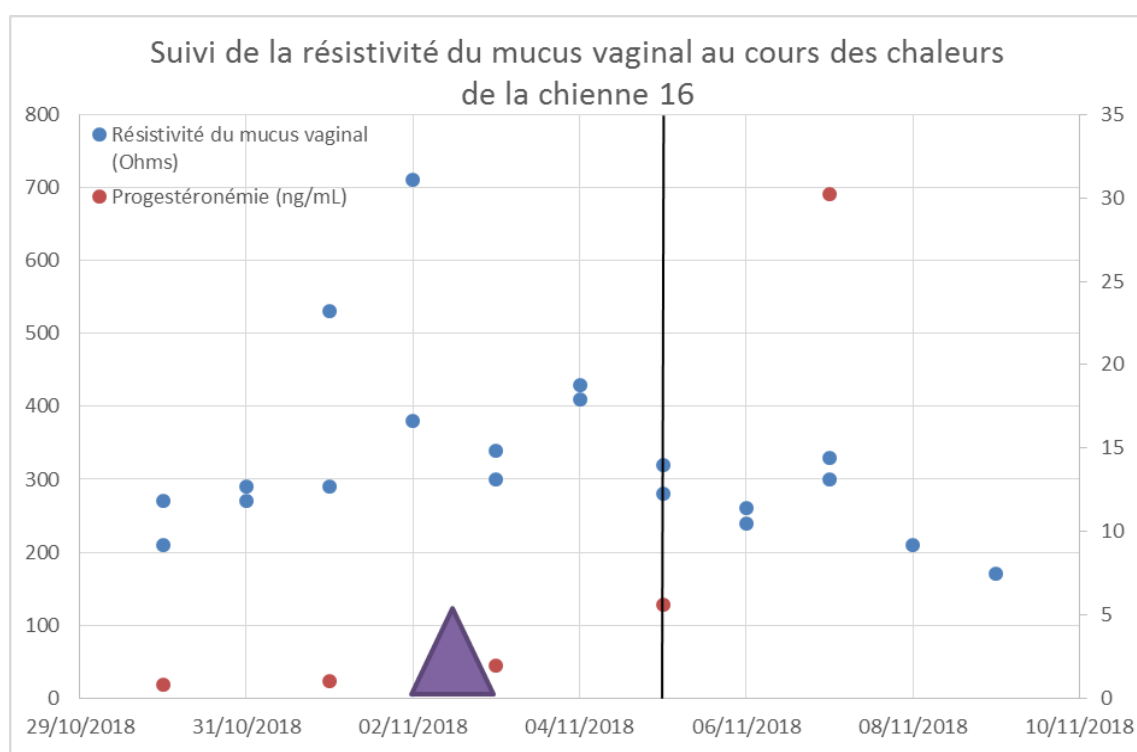
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 16.

Tableau 17 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 16 de l'élevage 1. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par mesure de la progestéronémie.

Chienne 16 de l'élevage 1					
Date	Jour après le début des chaleurs	Heure	Résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	Progestéronémie (ng/mL)
30/10/2018	8	11h	210	240	0,801
30/10/2018	8	19h	270	240	
31/10/2018	9	11h30	270	280	
31/10/2018	9	19h30	290	280	
01/11/2018	10	11h	290	410	1,05
01/11/2018	10	19h50	530	410	
02/11/2018	11	11h30	380	545	
02/11/2018	11	19h50	710	545	
03/11/2018	12	11h	300	320	1,94
03/11/2018	12	19h	340	320	
04/11/2018	13	11h	430	420	
04/11/2018	13	19h30	410	420	

05/11/2018	14	11h	320	300	5,57
05/11/2018	14	19h	280	300	
06/11/2018	15	11h	260	250	
06/11/2018	15	19h	240	250	
07/11/2018	16	11h	300	315	30,2
07/11/2018	16	19h	330	315	
08/11/2018	17	11h	210	210	
09/11/2018	18	11h	170	170	

Figure 28 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 16 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 16, que l'ovulation a eu lieu le 5 Novembre 2018, soit le 14^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors de 5.54 ng/mL.

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 16 : elle augmente progressivement de 210 à 530 Ohms du 6^{ème} jour au 4^{ème} jour avant l'ovulation. Du 4^{ème} au 3^{ème} jour avant l'ovulation, la résistivité du mucus vaginal chute de 530 à 380 Ohms avant de remonter à 710 Ohms à la fin du 3^{ème} jour avant l'ovulation. Puis 48 heures avant l'ovulation, elle chute brusquement à 300 Ohms (chute de 58%) avant de diminuer

progressivement jusqu'à 4 jours après l'ovulation atteignant une valeur basale de 170 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez Chienne 16 de détecter l'ovulation entre 48 à 60 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de Chienne 16 ait eu lieu le 5 Novembre 2018, atteignant une valeur 5.54 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde entre le soir 2 Novembre et le matin 3 Novembre 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait compris entre 48 et 60 heures.

III-17- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 17

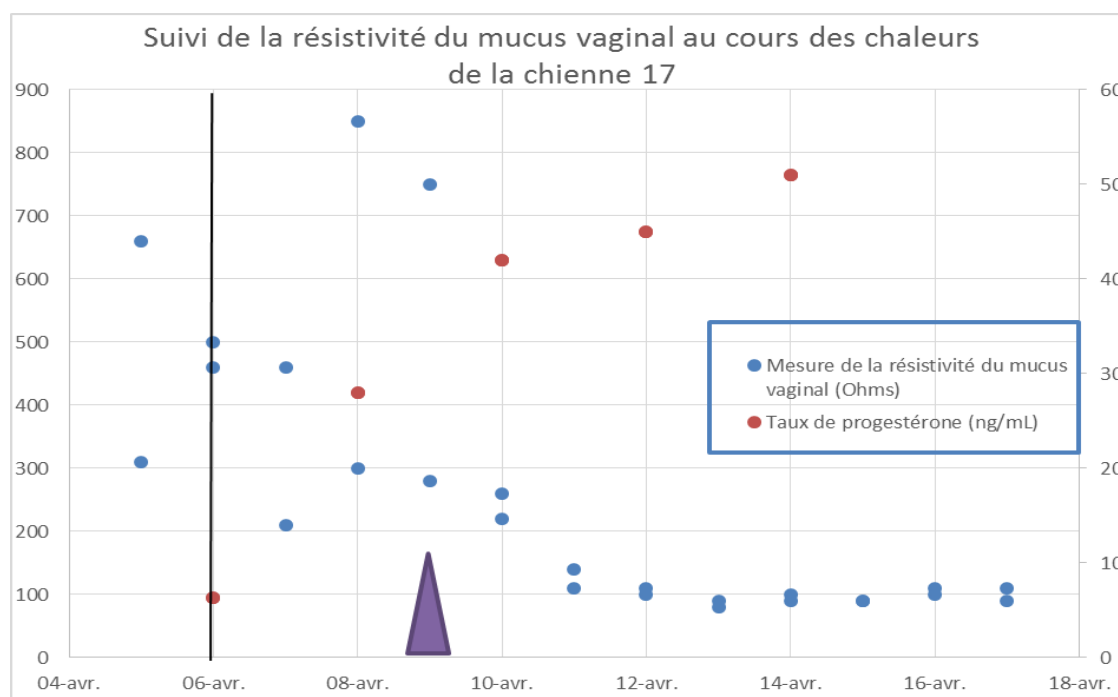
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 17.

Tableau 18 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 17. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Date	nombre de jours après le début des chaleurs	Heure	Taux de progestérone (ng/mL)	Mesure de la résistivité du mucus vaginal (Ohms)	moyenne résistivité (ohms)
05-avr	8	11h		660	485
05-avr	8	17h		310	485
06-avr	9	11h	6.29	500	480
06-avr	9	17h	6.29	460	480
07-avr	10	11h		210	335
07-avr	10	17h		460	335
08-avr	11	11h	28	300	575
08-avr	11	17h	28	850	575
09-avr	12	11h		750	550
09-avr	12	17h		280	550
10-avr	13	11h	42	260	440
10-avr	13	17h	42	220	440
11-avr	14	11h		140	125
11-avr	14	17h		110	125
12-avr	15	11h	45	110	105
12-avr	15	17h	45	100	105
13-avr	16	11h		90	85

13-avr	16	17h		80	85
14-avr	17	11h	51	90	95
14-avr	17	17h	51	100	95
15-avr	18	11h		90	90
15-avr	18	17h		90	90
16-avr	19	11h		100	105
16-avr	19	17h		110	105
17-avr	20	11h		90	100
17-avr	20	17h		110	100

Figure 29 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 17 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 17, que l'ovulation a eu lieu le 6 Avril 2018, soit le 9^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors de 6.29 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 17 : elle est de 660 Ohms le jour avant l'ovulation et chute brusquement à 310 Ohms (chute de 53%) au cours de la journée. Le jour de l'ovulation elle augmente atteignant une valeur de 500 Ohms puis diminue légèrement jusqu'à 460 Ohms. Le jour suivant l'ovulation, elle chute de nouveau brusquement à 210 Ohms (chute de 54%) avant de remonter à une valeur de 460

Ohms. Le 2^{ème} jour après l'ovulation, après avoir diminuée à 300 Ohms elle augmente brutalement atteignant un pic à 850 Ohms. Le 3^{ème} jour après l'ovulation la résistivité du mucus vaginal décroît légèrement, dans un premier temps, à 750 Ohms avant de chuter brutalement à 280 Ohms (chute de 63%). Puis la résistivité du mucus vaginal diminue progressivement jusqu'à 11 jours après l'ovulation, atteignant des valeurs basales de 90 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez Chienne 17 de détecter l'ovulation à 72 heures près, ce qui reste un résultat très médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 17 ait eu lieu le 6 Avril 2018, atteignant une valeur 6.29 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde le 9 Avril 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait de 72 heures. Attention, au cours des chaleurs de la chienne 17, deux autres chutes de résistivité de plus de 30% sont remarquées mais celles-ci sont moins importantes (54% contre 63%).

III-18- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 18 de l'élevage 2

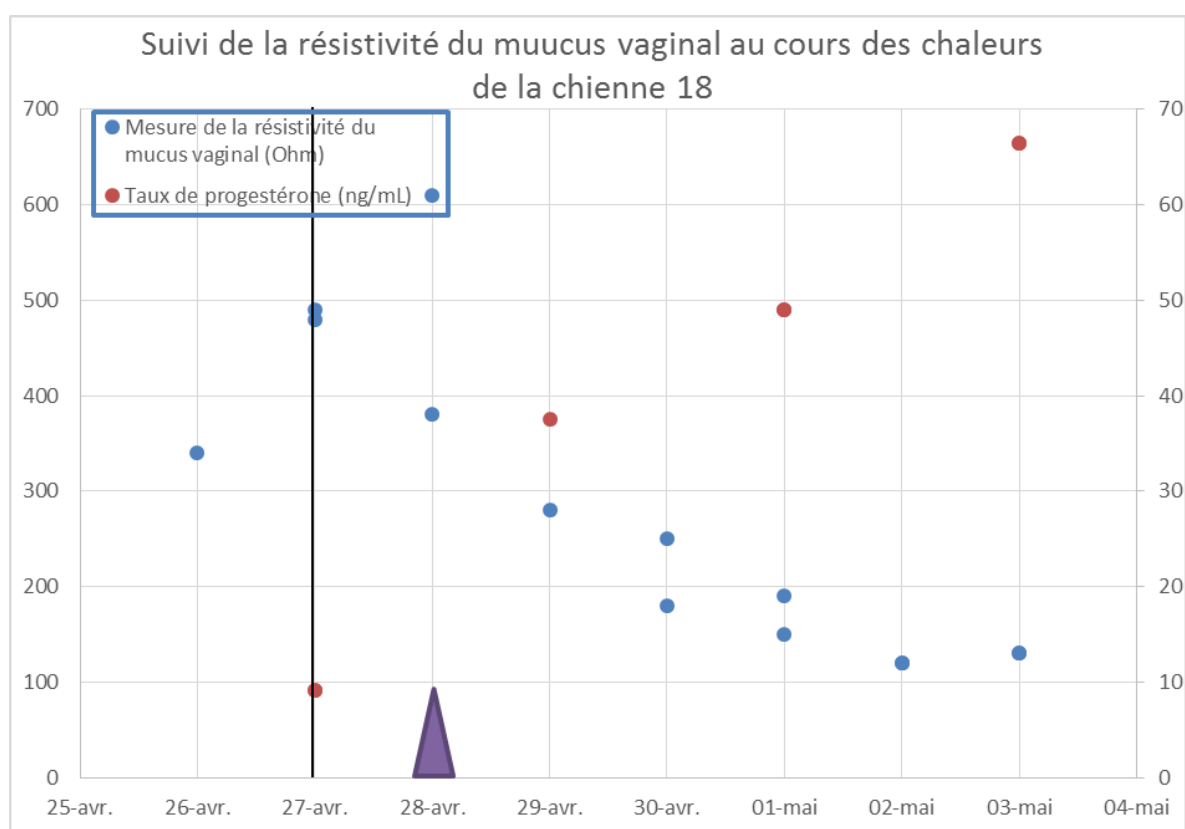
Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 18.

Tableau 19 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 18 de l'élevage 2. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Chienne 18 de l'élevage 2	-	-	-	-
Date	Nombre de jours après le début des chaleurs	Taux de progestérone (ng/mL)	Mesure de la résistivité du mucus vaginal (Ohm)	Moyenne journalière de la résistivité du mucus vaginal (Ohm)
26-avr	8	-	340	340
27-avr	9	9,09	480	485
27-avr	9	9,09	490	485
28-avr	10	-	610	545
28-avr	10	-	380	545
29-avr	11	37,5	280	280
30-avr	12	-	250	215
30-avr	12	-	180	215
01-mai	13	49	190	170

01-mai	13	49	150	170
02-mai	14	-	120	120
02-mai	14	-	120	120
03-mai	15	66,5	130	130
03-mai	15	66,5	130	130

Figure 30 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 18 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la résistivité du mucus vaginal.



On considère chez la chienne 18, que l'ovulation a eu lieu le 27 Avril 2018, soit le 9^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors de 9.09 ng/mL.

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 18 : elle est de 340 Ohms le jour précédent l'ovulation et augmente progressivement jusqu'au jour suivant l'ovulation atteignant un pic de 610 Ohms. Au cours de la journée suivant l'ovulation elle chute brutalement de 610 à 380 Ohms (chute de 38%). Puis la résistivité du mucus vaginal diminue progressivement jusqu'à 6 jours après l'ovulation, atteignant alors des valeurs basales de 130 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 18 de détecter l'ovulation à 24heures près. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 18 ait eu lieu le 27 Avril 2018, atteignant une valeur 9.09 ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet) est détectée avec la sonde le 28 Avril 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait de 24 heures.

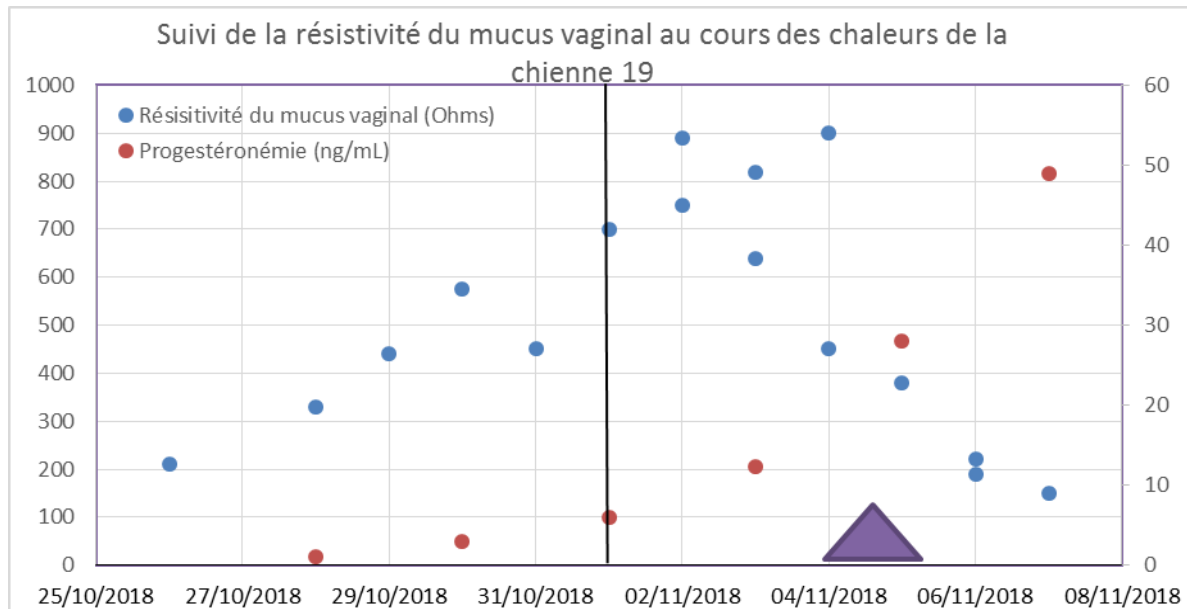
III-19- Suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 19 de l'élevage 2

Les résultats présentés ci-dessous nous présentent le suivi de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs de la chienne 19.

Tableau 20 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal (en Ohms) et de la progestéronémie (en ng/mL) au cours des chaleurs de la chienne 19. Le jour en rouge correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie.

Chienne 19 de l'élevage 2	-	-	-	-
<u>Date</u>	<u>Jour après le début des chaleurs</u>	<u>Heure</u>	<u>Résistivité du mucus vaginal (Ohms)</u>	<u>Progestéronémie (ng/mL)</u>
<u>26/10/2018</u>	<u>8</u>	<u>11h45</u>	<u>210</u>	-
<u>28/10/2018</u>	<u>10</u>	<u>16h</u>	<u>330</u>	<u>1,09</u>
<u>29/10/2018</u>	<u>11</u>	<u>12h</u>	<u>440</u>	-
<u>30/10/2018</u>	<u>12</u>	<u>14h30</u>	<u>575</u>	<u>3,04</u>
<u>31/10/2018</u>	<u>13</u>	<u>11h30</u>	<u>450</u>	-
<u>01/11/2018</u>	<u>14</u>	<u>14h30</u>	<u>700</u>	<u>6,01</u>
<u>02/11/2018</u>	<u>15</u>	<u>11h</u>	<u>890</u>	-
<u>02/11/2018</u>	<u>15</u>	<u>17h30</u>	<u>750</u>	-
<u>03/11/2018</u>	<u>16</u>	<u>11h30</u>	<u>820</u>	<u>12,4</u>
<u>03/11/2018</u>	<u>16</u>	<u>18h</u>	<u>640</u>	-
<u>04/11/2018</u>	<u>17</u>	<u>11h30</u>	<u>450</u>	-
<u>04/11/2018</u>	<u>17</u>	<u>17h30</u>	<u>900</u>	-
<u>05/11/2018</u>	<u>18</u>	<u>10h</u>	<u>380</u>	<u>28</u>
<u>06/11/2018</u>	<u>19</u>	<u>11h</u>	<u>220</u>	-
<u>06/11/2018</u>	<u>19</u>	<u>17h30</u>	<u>190</u>	-
<u>07/11/2018</u>	<u>20</u>	<u>11h</u>	<u>150</u>	<u>49</u>

Figure 31 : Evolution de la résistivité du mucus vaginal mesurée via la sonde et exprimée en Ohms (points bleus) et de la progestéronémie exprimée en ng/mL (points rouges) de la chienne 19 au cours des chaleurs. La ligne verticale correspond au moment de l'ovulation détecté par dosage de la progestéronémie et le triangle violet à celui détecté par mesure de la progestéronémie.



On considère chez la chienne 19, que l'ovulation a eu lieu le 1^{er} Novembre 2018 soit le 14^{ème} jour après le début des chaleurs, la progestéronémie étant alors de 6.01 ng/mL .

La résistivité du mucus vaginal mesurée avec la sonde vaginale évolue au cours des chaleurs chez la chienne 19 : elle augmente du 6^{ème} au 2^{ème} jour avant l'ovulation, passant de 210 à 575 Ohms. Elle chute le jour précédant l'ovulation à 400 Ohms avant de remonter le jour de l'ovulation, brutalement, à 700 Ohms. Le jour suivant l'ovulation, elle augmente dans un premier à 890 Ohms avant de diminuer de nouveau à 750 Ohms. Le 2^{ème} jour suivant l'ovulation, elle augmente, dans un premier temps, à 820 Ohms avant de chuter de nouveau à 640 Ohms. Trois jours après l'ovulation, elle continue à chuter dans un premier temps, atteignant 450 Ohms, avant d'augmenter brutalement, atteignant un pic de 900 Ohms. Entre le 3^{ème} jour et le 4^{ème} jour après l'ovulation, elle chute brutalement à 380 Ohms (chute de 57%) et continue à décroître jusqu'à 6 jours après l'ovulation atteignant une valeur basale de 150 Ohms.

Ainsi, compte-tenu des recommandations du Laboratoire DRAMINSKY, la mesure de la résistivité du mucus vaginal permet chez la chienne 19 de détecter l'ovulation entre 72 et 96 heures près, ce qui représente un résultat très insatisfaisant et médiocre. En effet, compte tenu de l'évolution de la progestéronémie, nous pouvons considérer que l'ovulation réelle de la chienne 19 ait eu lieu le 1^{er} Novembre 2018, atteignant une valeur 6.01ng/mL. Or une chute de plus de 30 % de la résistivité du mucus vaginal (symbolisée par le triangle violet)

est détectée avec la sonde entre le 4 et le 5 Novembre 2018. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle (estimée avec la progestéronémie) et l'ovulation détectée avec la sonde serait comprise entre 72 et 96 heures. A noter que d'autres chutes de résistivité sont notables au cours des chaleurs de Chienne 19 mais toutes sont inférieures à 30%.

III-20- Chiennes exclues de l'étude

Plusieurs chiennes ont été exclues de l'étude car présentant une progestéronémie élevée dès le premier dosage de progestérone : il s'agit de Chienne 20, 21, 22 de l'élevage 2 et de Chienne 23 de l'élevage 4. Par ailleurs chez une des chiennes, Chienne 24 de l'élevage 4, le protocole a été arrêté suite à une suspicion pyomètre.

IV- Synthèse des résultats

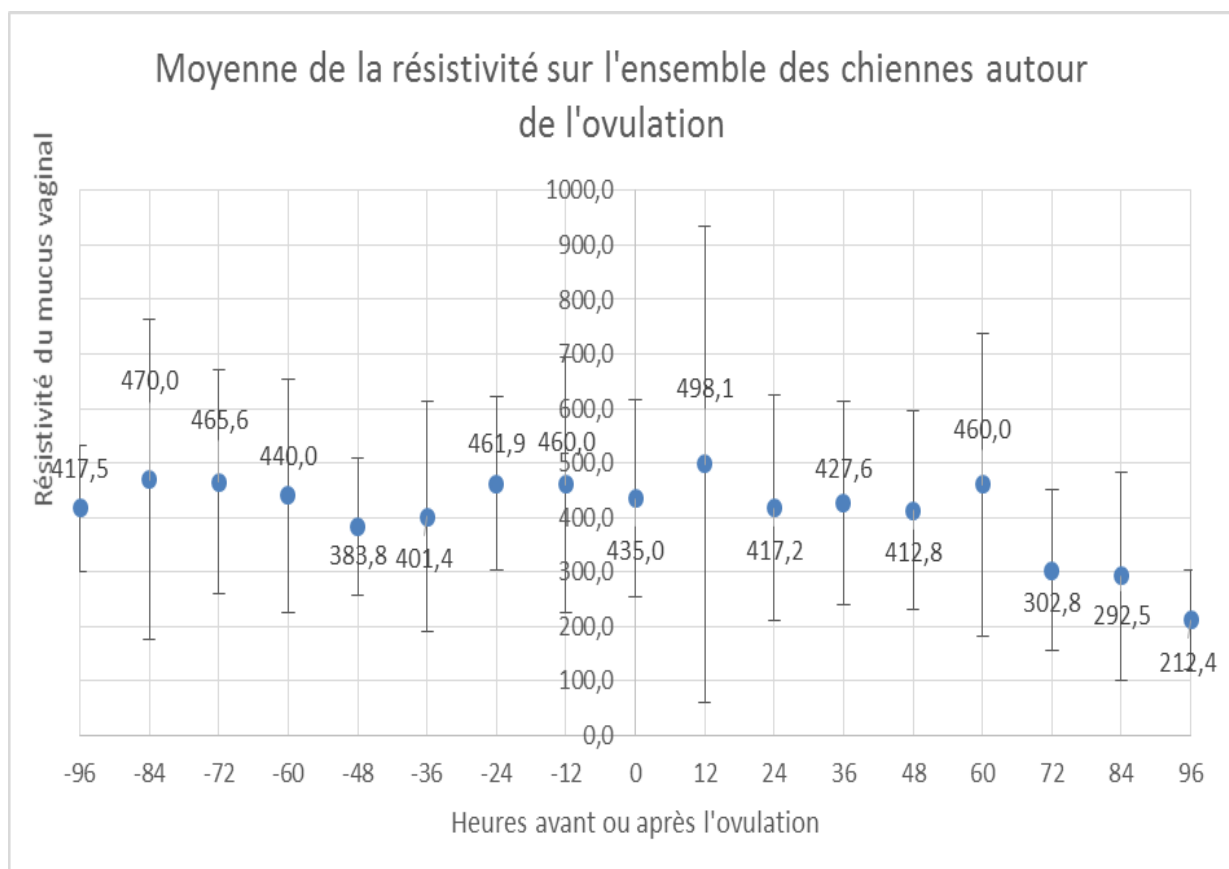
IV-1-Synthèse des résultats de l'expérience préliminaire concernant la désinfection de la sonde

Avant de vous présenter la synthèse des résultats de l'évolution de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs chez les chiennes de l'étude, nous allons revenir sur l'étude préliminaire réalisée avec le laboratoire de bactériologie de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort. Cette étude a été réalisée à l'aide d'un gel hydro alcoolique (différentes marques sont présentes sur le marché comme Purell®, Nexcare® ou Aniosgel ®) et des compresses. Il a alors été montré qu'en frottant la sonde avec une compresse imbibée de gel hydro alcoolique, pendant 30 secondes, et en insistant sur toutes les parties de la sonde, notamment l'embout, ni *Escherichia Coli*, ni *Staphylocoque Pseudintermedius* (deux bactéries de la flore vaginale et étant les plus pathogènes) n'étaient retrouvées après ensemencement d'un milieu de culture liquide avec la sonde. Il a donc été recommandé, aux éleveurs, de nettoyer la sonde avec des compresses imbibées de gel hydro-alcoolique, pendant 30 secondes, entre deux mesures. Afin que l'action du gel soit optimale, il a été conseillé de laisser la sonde sécher à la fin de l'application de celui-ci.

IV-2- Synthèse des résultats de l'évolution de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs chez les chiennes présentes dans l'étude

Nous allons nous intéresser dans un premier temps à l'évolution moyenne de la résistivité du mucus vaginal, au cours des chaleurs, chez l'ensemble des chiennes pour lesquelles un suivi complet a pu être réalisé dans l'étude (Figure 30). Pour ce faire, la moyenne de la résistivité du mucus vaginal a été calculée, entre 96 heures avant le jour estimé de l'ovulation et 96 heures après celle-ci (période où la chienne peut être saillie par monte naturelle avec réussite) et ce toutes les 12 heures, en calculant la moyenne de la résistivité du mucus vaginal chez l'ensemble des chiennes, à chaque instant donné (soit toutes les 12 heures).

Figure 32 : Evolution moyenne de la résistivité du mucus vaginal et écart-types de celle-ci autour du jour estimé de l'ovulation (représentée par le 0) chez les 19 chiennes chez qui un suivi de la résistivité a pu être réalisé tout au long du cycle.



Tout d'abord, nous définissons ici le mot « pic » comme une augmentation notable suivi d'une chute de la valeur de la résistivité du mucus vaginal. On remarque que

la moyenne de la résistivité du mucus vaginal connaît un premier pic, 84 heures avant l'ovulation, de 470 Ohms, puis décroît jusqu'à 48 heures avant l'ovulation jusqu'à 383.8 Ohms. La moyenne de la résistivité du mucus vaginal augmente ensuite jusqu'à 24 heures avant l'ovulation, atteignant un nouveau pic de 461.9 Ohms. Elle diminue ensuite, entre 24 heures avant l'ovulation et le moment de l'ovulation, atteignant une valeur de 435 Ohms au moment de l'ovulation. Puis, 12 heures après l'ovulation, la moyenne de la résistivité du mucus vaginal atteint sa valeur maximale, atteignant alors 498 Ohms. Elle chute par la suite, atteignant 24 heures après l'ovulation une valeur de 417.2 Ohms. Elle reste stable entre 412.8 et 427.6 Ohms, entre 24 heures et 48 heures après l'ovulation. Cependant, 60 heures après l'ovulation, la moyenne de la résistivité du mucus vaginal connaît un nouveau pic à 460 Ohms avant de chuter plus fortement (chute de 34%) à 302.8 Ohms, 72 heures après l'ovulation. Par la suite, elle continue à diminuer progressivement, atteignant une valeur minimale de 212.4 Ohms, 96 heures après l'ovulation.

On note donc que la courbe de la moyenne de la résistivité du mucus vaginal présente 4 pics, tous supérieurs à 460 Ohms : un premier, 84 heures avant l'ovulation, de 470 Ohms, un second, 24 heures avant l'ovulation, de 461.9 Ohms, un troisième, 12 heures après celle-ci, de 498,1 Ohms (valeur maximale), et un dernier, 60 heures après l'ovulation, de 460 Ohms. Après l'observation de ce dernier pic, une chute de plus de 30 % (34% dans ce cas) de la moyenne de la résistivité du mucus vaginal est remarquée dans les 12 heures qui suivent, atteignant une valeur plus proche de 300 Ohms. Cette chute de 34% de la moyenne de la résistivité du mucus vaginal a donc lieu entre 60 heures et 72 heures après l'ovulation. On peut également remarquer qu'une légère diminution de la moyenne de la résistivité du mucus vaginal a lieu au moment de l'ovulation, et que celle-ci atteint sa valeur maximale, 12 heures après l'ovulation.

On remarquera également que plusieurs chutes de résistivité, faisant suite à des pics, peuvent avoir lieu au cours des chaleurs d'une même chienne, qu'il ne faut pas confondre avec la chute de résistivité sensée suivre l'ovulation (ces chutes en question étant moins importantes). Cela se produit chez 11 chiennes sur 19, soit chez 58% des chiennes (Chienne 2, Chienne 3, Chienne 5, Chienne 6, Chienne 7, Chienne 9, Chienne 10, Chienne 11, Chienne 14, Chienne 15, Chienne 17). Par ailleurs, on remarque sur la figure 32 que la moyenne de la résistivité du mucus vaginal, calculée sur les chiennes ayant suivies le protocole, présente des valeurs toutes comprises entre 400 et 500 Ohms entre 96 heures avant l'ovulation et 60 heures après, mimant un plateau. Cependant à l'échelle individuelle, on retrouve ce genre d'évènement que chez 4 chiennes (Chienne 19, Chienne 15, Chienne 16 et Chienne 7) soit 22% des chiennes de l'étude. Chez ces chiennes la durée du plateau de valeur de résistivité du mucus vaginal dure entre 60 et 96 heures.

Nous allons nous intéresser maintenant aux écart-types, représentant la variabilité individuelle, de la résistivité du mucus vaginal, mesurée entre 96 heures avant et 96 heures après l'ovulation et ce toutes les 12 heures. D'après la Figure 32, on

remarque que les écart-types sont très importants. Il existe donc une très grande variation de la valeur de la résistivité du mucus vaginal à un instant t , entre un individu et un autre.

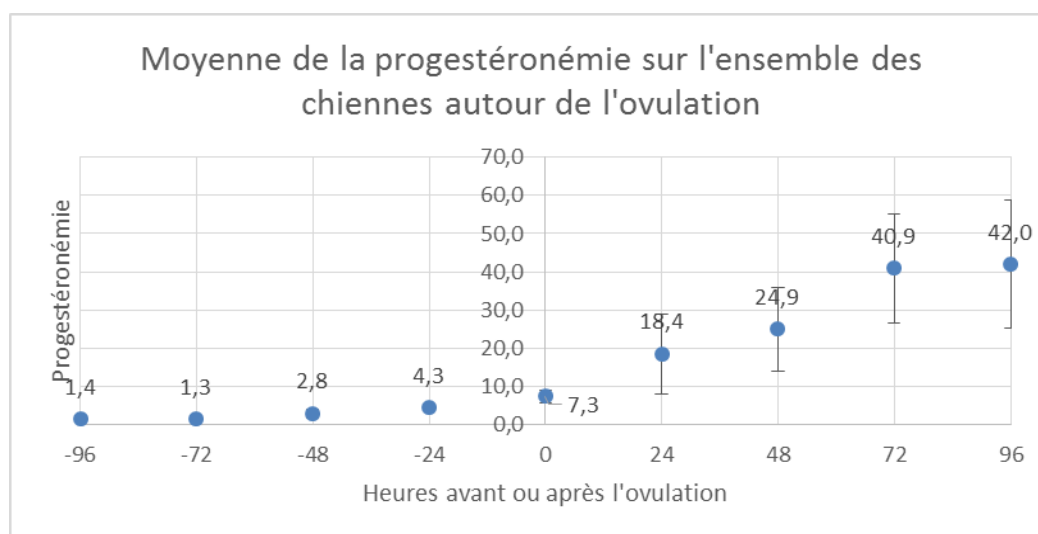
La valeur de la résistivité du mucus vaginal est très variable entre 96 heures avant et 60 heures après l'ovulation, et ceci est d'autant plus marqué au moment du pic qui se produit à 84 heures avant l'ovulation, de celui à 12 heures après l'ovulation et de celui à 60 heures après cette dernière. En effet, les valeurs de la résistivité du mucus vaginal, au moment du pic à 84 heures avant l'ovulation, sont comprises entre 240 et 860 Ohms (moyenne de 470 Ohms), celles au moment du pic à 12 heures après l'ovulation sont comprises entre 150 et 1990 Ohms (moyenne de 498.1 Ohms) et celles au moment du pic, ayant lieu 60 heures après l'ovulation, sont comprises entre 110 et 1130 Ohms (moyenne de 460 Ohms). Ceci montre la très grande variabilité de la valeur de la résistivité du mucus vaginal au moment des pics, entre un individu et un autre. Par ailleurs, on remarque que les écart-types sont beaucoup moins importants, au-delà de 60 heures après l'ovulation, lorsque la résistivité du mucus vaginal atteint des valeurs de 300 Ohms en moyenne, voire inférieures.

Ainsi nous avons vu, dans un premier temps, que la moyenne de la résistivité du mucus vaginal, mesurée toutes les 12 heures, chez les 19 chiennes de l'étude, présentait 4 pics (84 heures avant l'ovulation, 24 heures avant l'ovulation, 12 heures après l'ovulation et 60 heures après l'ovulation) entre 96 heures avant et 96 heures après l'ovulation et qu'une chute de plus de 30 % de la moyenne de la résistivité du mucus vaginal était observable entre 60 heures et 72 heures après l'ovulation. Puis nous avons remarqué qu'une grande variabilité individuelle de la mesure de la résistivité du mucus vaginal existait à chaque instant (toutes les 12 heures ici).

IV-3-Synthèse des résultats de l'évolution de la progestéronémie au cours des chaleurs chez les chiennes présentes dans l'étude

Nous allons maintenant étudier l'évolution de la progestéronémie autour de l'ovulation, chez les 18 chiennes chez qui le protocole a pu être réalisé. Pour se faire la Figure 33 présente la moyenne de la progestéronémie entre 96 heures avant l'ovulation et 96 heures après, celle-ci ayant été évaluée tous les deux jours, au cours de notre étude.

Figure 33 : évolution de la moyenne et des écart-types de la progestéronémie entre 96 heures avant l'ovulation et 96 heures après celle-ci, chez les 18 chiennes de l'étude.



On remarque que les valeurs de progestéronémie restent basses jusqu'à 48 heures avant l'ovulation (progestéronémie moyenne de 2.8 ng/mL, 48 heures avant l'ovulation) puis qu'elles augmentent de façon exponentielle à partir de 48 heures avant l'ovulation, ce qui correspond au moment du pic de LH, atteignant une moyenne de 42 ng/mL, 96 heures après l'ovulation.

On peut également noter que les écart-types représentant la variabilité inter-individuelle sont faibles entre 96 heures avant l'ovulation et l'ovulation elle-même, ces premiers étant inférieurs à 1.5 ng/mL (écart-type de 0.7ng/mL à -96 heures, de 1.2ng/mL à -48 heures, de 0.6 ng/mL à -24 heures et de 1.5 ng/mL, le jour de l'ovulation). Après l'ovulation les écart-types s'accroissent (supérieurs alors à 10 ng/mL), cela signifie que les valeurs de progestéronémie sont très variables d'une chienne à l'autre, ainsi le lendemain de l'ovulation, par exemple, les valeurs de progestéronémie varient de 10.6 à 36.6 ng/mL, comme cela avait déjà été décrit auparavant (Marseloo et al. 2004)

V-Discussion

V-1- Analyse des résultats synthétiques de l'évolution de la mesure de la résistivité du mucus vaginal

Nous allons évaluer dans un premier temps, le décalage entre le moment de l'ovulation détecté par mesure de la progestéronémie et le moment où une chute de plus de 30% de la résistivité du mucus vaginal est détectée, chez l'ensemble des chiennes.

Tableau 21 : Evaluation du moment de l'ovulation via la mesure de la résistivité du mucus vaginal, en suivant les critères du fabricant (chute de 30% de la résistivité du mucus vaginal), chez les 19 chiennes, chez qui l'étude a pu être réalisée. Le moment de l'ovulation réelle est celui qui a été évalué par dosage de la progestérone.

Nom de l'animal	Valeur de résistivité maximale observée (Ohms)	Instant où cette valeur est relevée par rapport à l'ovulation	Valeur représentant une chute de 30 % de résistivité (Ohms)	Décalage entre la chute de résistivité et l'ovulation
Chienne 1 de l'élevage 1	350	96 heures avant	240	96 heures avant
Chienne 2 de l'élevage 1	860	8 heures après	420	24 heures après
Chienne 3 de l'élevage 1	300	48 heures avant	150	12 heures après
Chienne 4 de l'élevage 1	460	Au moins 24 heures après	330	Au moins 48 heures après
Chienne 5 de l'élevage 2	1990	12 heures autour de l'ovulation	660	Maximum 24 heures après l'ovulation
Chienne 6 de l'élevage 2	820	24 heures avant maximum	360	Entre 24 et 48 heures après l'ovulation
Chienne 7 de l'élevage 2	560	4 jours avant	340	Entre 48 et 72 heures avant l'ovulation
Chienne 8 de l'élevage 1	420	Entre 48 et 72 heures après l'ovulation	Aucune	Non mesurable
Chienne 9 de l'élevage 1	700	48 heures après maximum	190	Entre 48 et 72 heures après l'ovulation
Chienne 10 de l'élevage 3	710	48 heures après maximum	370	Entre 48 et 72 heures après l'ovulation
Chienne 11 de l'élevage 2	930	72 heures avant	290	Entre 48 et 72 heures après l'ovulation
Chienne 12 de l'élevage 2	580	12 heures autour de l'ovulation	350	12 heures après l'ovulation maximum
Chienne 13 de l'élevage 1	720	24 heures avant maximum	120	Entre 48 et 72 heures après l'ovulation
Chienne 14 de l'élevage 1	1010	38 heures maximum	270	Entre 24 heures avant et 23 heures après l'ovulation
Chienne 15 de l'élevage 1	620	50 heures après l'ovulation maximum	280	48 heures après maximum
Chienne 16 de l'élevage 1	700	60 heures avant maximum	300	Entre 48 et 60 heures avant l'ovulation
Chienne 17	850	48 heures après	280	72 heures après

		maximun		l'ovulation
Chienne 18 de l'élevage 2	610	24 heures après maximum	380	24 heures après l'ovulation
Chienne 19 de l'élevage 2	900	72 heures après	380	Entre 72 et 96 heures après

On remarque dans un premier temps (d'après le Tableau 21) une très grande variabilité des valeurs maximales de résistivité mesurées (de 300 à 1990 Ohms), chez les différentes chiennes de l'étude, ce qui nous amène à dire qu'il est impossible de se baser sur une valeur maximale précise, pour déduire le moment de l'ovulation, ce qui n'est pas d'ailleurs recommandé par le fabricant.

A noter que chez Chienne 8, aucune chute de résistivité (d'au moins 30%) n'a pu être observée au cours des chaleurs.

Chez les 18 autres chiennes de l'étude, on remarque que :

- pour 2 (Chienne 3 et Chienne 12) d'entre elles (soit 11%) le décalage entre l'ovulation réelle (évaluée via la progestéronémie) et la chute de 30% de résistivité est de 12 heures maximum. Cette dernière ayant lieu dans les 12 heures suivant l'ovulation.

- pour 4 (Chienne 2, Chienne 5, Chienne 18 et Chienne 14) d'entre elles (soit 22%) le décalage entre l'ovulation réelle (évaluée via la progestéronémie) et la chute de 30% de résistivité est de 24 heures maximum. Cette dernière ayant lieu dans les 24 heures suivant l'ovulation.

- pour 3 (Chienne 4, Chienne 6 et Chienne 5) d'entre elles (soit 17%) le décalage entre l'ovulation réelle (évaluée via la progestéronémie) et la chute de 30% de résistivité est de 48 heures maximum. Cette dernière ayant lieu dans les 48 heures suivant l'ovulation.

- pour 1 (Chienne 16) d'entre elles (soit 6%) le décalage entre l'ovulation réelle (évaluée via la progestéronémie) et la chute de 30% de résistivité est de 60 heures maximum. Cette dernière ayant lieu dans les 60 heures précédant l'ovulation.

- pour 6 (Chienne 9, Chienne 10, Chienne 11, Chienne 13, Chienne 17 et Chienne 7) d'entre elles (soit 33%) le décalage entre l'ovulation réelle (évaluée via la progestéronémie) et la chute de 30% de résistivité est de 72 heures maximum. Cette dernière ayant lieu dans les 72 heures précédant l'ovulation pour Chienne 7 et dans les 72 heures suivant l'ovulation pour les autres.

- pour 2 (Chienne 1 et Chienne 19) d'entre elles (soit 11%) le décalage entre l'ovulation réelle (évaluée via la progestéronémie) et la chute de 30% de résistivité est de 96 heures maximum. Cette dernière ayant lieu dans les 96 heures suivant

l'ovulation pour Chienne 19 et dans les 96 heures précédant l'ovulation pour Chienne 1.

Ainsi, lorsqu'une chute de résistivité de plus de 30%, sur 12 heures, est bien visible, le décalage entre l'instant de cette chute, mesurée via la sonde DRAMINSKY, et le moment de l'ovulation réelle (évaluée via le dosage de progestérone) est compris entre -96 heures et + 96 heures, ce qui reste un résultat très médiocre. Par ailleurs la moyenne de ce décalage (entre le chute de résistivité et l'ovulation réelle) est calculée à +27.3 heures, c'est-à-dire qu'en moyenne, sur les chiennes de l'étude sur lesquelles le protocole a pu être correctement réalisé (soit 18 chiennes), la chute de résistivité du mucus vaginal, de plus de 30%, arrive 27 heures et 18 minutes après l'ovulation.

Un tableau récapitulatif (Tableau 22) des cas, pour lesquels le protocole a pu être réalisé et où les mesures sont interprétables, présente l'écart entre l'ovulation estimée par le dosage de progestérone et celle estimée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY.

Tableau 22 : Décalage entre l'ovulation réelle détectée par dosage de la progestérone et le moment de l'ovulation détectée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY, chez les 18 chiennes chez qui le protocole a pu être correctement conduit.

Décalage entre l'ovulation réelle et le moment de l'ovulation détectée par une chute de résistivité du mucus vaginal de 30 % via la sonde DRAMINSKY	Pourcentage de chiennes dans l'étude réalisée
+/- 12 heures	11% (2/18) dont 0% en avance
+/- 24 heures	33% (6/18) dont 0% en avance
+/- 48 heures	50% (9/18) dont 0% en avance
+/- 60 heures	56% (10/18) dont 6% (1/18) en avance
+/- 72 heures	89% (16/18) dont 11% (2/18) en avance
+/- 96 heures	100% (18/18) dont 17% (3/18) en avance

Ainsi on remarque que :

-Dans 50 % des cas, le décalage entre l'ovulation estimée par le dosage de progestérone et celle estimée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY est de 48 heures (cette dernière suivant l'ovulation de 48 heures maximum), ce qui correspond à l'intervalle entre l'ovulation et le moment où l'ovocyte devient mature.

-Dans 78 % des cas, le décalage entre l'ovulation réelle et celle détectée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY est de 72

heures (cette dernière suivant l'ovulation de 72 heures maximum), ce qui correspond au moment où l'ovocyte est mature et donc à la période de fertilité.

En effet, rappelons que la fécondation a lieu sur des ovocytes matures (stade métaphase II), soit entre 54 et 83 heures après l'ovulation (England et *al.*, 2006) et que les ovocytes restent fertiles jusqu'à cinq jours en moyenne. Ainsi même les chiennes présentant une chute de résistivité du mucus vaginal dans les 96 heures suivant l'ovulation peuvent encore être fécondées, même si la saillie ne sera probablement la plus fertile possible.

V-2- Analyse des résultats synthétiques de l'évolution de la progestéronémie

Le tableau 23, ci-dessous, récapitule les valeurs de progestéronémie au moment et autour de l'ovulation, chez les chiennes de notre étude. Rappelons que dans le cadre de notre étude, les dosages de progestérone étaient réalisées chez l'ensemble des chiennes, dès le 8^{ème} jour après le début des chaleurs et jusqu'au 20^{ème} jour, et ce toutes les 48 heures.

Tableau 23 : valeurs de progestéronémie (ng/mL) autour et au moment de l'ovulation chez les chiennes de l'étude (l'estimation ayant été faite en se basant sur les valeurs de référence du Laboratoire de Lyon (Bonte et al. 2017, proceedings 20th EVSSAR congress, Vienne (Autriche), 29 june-1st July 2017, p.43)).

Nom de l'animal	Progestéronémie au moment de l'ovulation
Chienne 1 de l'élevage 1	Estimée à 9,13 ng/mL
Chienne 2 de l'élevage 1	Estimée à 8,17 ng/mL
Chienne 3 de l'élevage 1	Estimée à 5,06 ng/mL
Chienne 4 de l'élevage 1	Non estimée car mesures réalisées trop tard au cours du cycle
Chienne 5 de l'élevage 2	Comprise entre 3,98 ng/mL (24 heures avant l'ovulation) et 12,7 ng/mL (24 heures après l'ovulation)
Chienne 6 de l'élevage 2	Estimée à 8,17 ng/mL
Chienne 7 de l'élevage 2	Estimée à 9,99 ng/mL
Chienne 8 de l'élevage 1	Comprise entre 5,06 ng/mL (24 heures avant l'ovulation) et 36,6 ng/mL (24 heures après l'ovulation)
Chienne 9 de	Estimée à 6,63 ng/mL

l'élevage 1	
Chienne 10 de l'élevage 3	Estimée à 6,9 ng/mL
Chienne 11 de l'élevage 2	Estimée à 7,45 ng/mL
Chienne 12 de l'élevage 2	Estimée à 5,5 ng/mL
Chienne 13 de l'élevage 1	Estimée à 8,62 ng/mL
Chienne 14 de l'élevage 1	Comprise entre 3,5 (24 heures avant l'ovulation) et 10,6 ng/mL (24 heures après)
Chienne 15 de l'élevage 1	Comprise entre 4,55 (24 heures avant l'ovulation) et 18,3 ng/mL (24 heures après l'ovulation)
Chienne 16 de l'élevage 1	Évaluée à 5,54 ng/mL
Chienne 17	Évaluée à 6,29 ng/mL
Chienne 18 de l'élevage 2	Estimée à 9,09 ng/mL
Chienne 19 de l'élevage 2	Estimée à 6,01 ng/mL

Ainsi la valeur moyenne de progestéronémie, chez les 18 chiennes de notre étude, au moment de l'ovulation, est de 7.3 ng/mL, ce qui semble légèrement plus élevé que les valeurs données par l'étude réalisée par Marseloo et Fontbonne (2004), qui concluait que la progestéronémie était de 5.9 +/-1.52 ng/mL, au moment de l'ovulation. Cette différence est probablement liée au fait que les deux études n'ont pas été réalisées dans le même laboratoire, or selon la machine utilisée, le résultat du dosage diffère en valeur absolue (Fraser et *al.*, 2015)

Nous pouvons rappeler pour conclure que les prélèvements de plasma hépariné n'ont pu être dosés immédiatement et qu'en cas de défaut de conservation du plasma (ce qui n'a pas semblé être le cas dans notre étude) la valeur de progestéronémie pouvait être altérée. Cependant après discussion avec un centre de Biologie médicale (CBM) il se trouve qu'en cas de congélation du plasma à -20°C, la concentration plasmatique de progestérone n'est pas altérée, ce qui n'est pas le cas lorsque le plasma est conservé entre 2 et 8 degré Celsius.

V-3- Limites de l'étude

-Tout d'abord, il est important de rappeler que l'étude que nous avons réalisée fait suite à la thèse de Clero (2009) qui avait cherché à savoir si la mesure de la résistivité du mucus vaginal pouvait être un paramètre permettant de détecter l'ovulation chez la race Beagle. Tout comme dans l'étude menée par Clero, les mesures de résistivité du mucus vaginal montrent une forte variabilité individuelle à

chaque instant, ainsi il semble délicat d'extrapoler nos résultats à une autre race. A ce jour ainsi, seules les races Beagle et Labrador ont été testées afin de savoir si la mesure de la résistivité du mucus vaginal pourrait permettre la détection de l'ovulation au cours des chaleurs. Il serait donc intéressant de tester d'autres races et notamment des races de format plus important (géantes par exemple) afin de savoir si chez ces dernières la mesure de la résistivité du mucus vaginal aurait un intérêt pour détecter l'ovulation au cours des chaleurs. Par ailleurs la sonde présentant un diamètre important (6 millimètres), elle semblerait difficilement utilisable chez les races naines.

-Par ailleurs, nous avons réalisé notre protocole en tenant compte des résultats de l'étude de Clero (2009). En effet, l'étude en question avait montré de meilleurs résultats quand la sonde était introduite de moitié dans le vagin (en comparaison aux résultats trouvés quand les mesures étaient effectuées au niveau crânial du vagin), le décalage entre la chute de résistivité et l'ovulation étant comprise entre -24 heures et +36 heures (moyenne de +20 heures) dans le premier contre un décalage compris entre -60 heures et +48 heures (moyenne de +21.1 heures) dans le second. Ainsi dans notre étude nous avons décidé d'introduire la sonde de moitié (soit 6.5 centimètres) dans le vagin des chiennes, lors de chaque mesure. Or, le Beagle et le Labrador n'étant pas deux races de même format, le Labrador apparaissant plus longiligne, peut-être aurait-il été utile de réaliser une autre série de mesure en insérant la sonde plus profondément dans le vagin. On aurait ainsi pu avoir une idée plus précise de l'influence de la position de la sonde. A ceci se rajoute le fait que la sonde que nous avons utilisée pour l'étude (DRAMINSKY) n'est pas la même que celle dans l'étude de Clero (2009) (Ovulstart, Natures et Compléments), ce qui peut expliquer également ces différences de résultats.

-Nous pouvons aussi noter que l'ensemble de nos mesures ont été réalisées au niveau plafond du vagin. Il aurait été intéressant également de réaliser une autre série de mesure au niveau du plancher du vagin afin de savoir si cette localisation peut avoir une influence sur les valeurs de résistivité du mucus vaginal, comme ce qui a été remarqué chez la vache (Heckman et *al.*, 1979) ; cette dernière étude montrant que les valeurs de résistivité chez la vache, à un instant *t*, sont plus élevées au niveau du plafond que du plancher du vagin. Il aurait été aussi intéressant de connaître la parité de chaque chienne, une influence de cette dernière sur la résistivité du mucus vaginal ayant été montrée chez la truie (Rezac et *al.*, 2003).

- Finalement, nous pouvons aussi critiquer le fait que la détermination du moment réel de l'ovulation, au cours de notre étude, ne s'est basée que sur le dosage de progestérone, chez chaque chienne. On a donc finalement une idée du moment de l'ovulation, grâce à ce dosage, mais probablement moins précise que si d'autres examens avaient été utilisés, comme l'échographie ovarienne, examen qui avait été réalisé en association avec un dosage de progestérone dans l'étude menée par Clero (2009), mais qui n'a pu être réalisé dans le cadre de notre étude car la plupart des vétérinaires ne pratiquent pas l'échographie ovarienne, cette dernière

restant un examen compliqué. Ainsi le décalage entre l'ovulation réelle et la chute de résistivité du mucus vaginal n'est qu'une estimation au sein de notre étude.

V-4- Optimisation de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal.

V-4-a- Optimisation de la détermination du moment de l'ovulation

D'après différentes études (Bricout, 1994 ; Leidl et Stolla, 1986), en anoestrus et chez les chiennes présentant des chaleurs anovulatoires (ce qui n'est pas le cas dans notre étude), la valeur de résistivité du mucus vaginal reste très basse. Dans notre étude, on remarque notamment qu'aucune chienne n'a ovulé en dessous de 300 Ohms (valeur du pic précédant l'ovulation chez Impossible) ce qui est en accord avec les études citées ci-dessus.

On remarque toutefois que les valeurs atteintes au moment de l'ovulation, et notamment lors du pic de résistivité précédant celle-ci sont très variables (allant de 300 et 1990 Ohms). Ainsi il semble impossible de déterminer une valeur haute précédant l'ovulation. Ceci est en accord avec les observations faites lors des précédentes études qui montraient également une grande variabilité des valeurs lors du pic de résistivité (Bricout, 1994 ; Gunzel et Koivisto, 1984 ; Clero, 2009).

V-2-b- Evolution de la résistivité du mucus vaginal au cours des chaleurs et détermination du moment de l'ovulation

Nous venons de voir dans le paragraphe ci-dessus que pendant l'anoestrus, les valeurs de résistivité du mucus vaginal restent basses et il est en de même lors du pro-oestrus. Les valeurs de résistivité du mucus vaginal deviennent plus importantes au cours de l'oestrus. Or la durée de l'oestrus varie d'une chienne à l'autre (Concannon et Hansel, 1975), celle-ci pouvant varier de 3 à 8 jours. De plus, certaines chiennes peuvent ovuler plus ou moins tardivement au cours de l'oestrus. Il est donc important de commencer le suivi de la résistivité du mucus vaginal dès le début des chaleurs. En effet dans le cas de la chienne 1, on a vu que le pic de résistivité et la chute de plus de 30% de celle-ci avait lieu dans les 96 heures précédant l'ovulation. En commençant le suivi tardivement, on aurait donc pu passer à côté de ce pic et de la chute de résistivité du mucus vaginal. Par exemple dans le cas de Chienne 8, le suivi a été réalisé trop tardivement, ne permettant pas de mettre en évidence probablement le pic de résistivité suivi de la chute de plus de 30% de celle-ci. Il était donc impossible dans son cas de déterminer l'ovulation grâce à la mesure de la résistivité du mucus vaginal.

Par ailleurs, nous avons pu remarquer que chez certaines chiennes, il existe un pic surnuméraire de résistivité suivi d'une chute de celle-ci. Cela se produit chez 11 chiennes sur 19, soit chez 58% de l'effectif (Chienne 2, Chienne 3, Chienne 5,

Chienne 6, Chienne 7, Chienne 9, Chienne 10, Chienne 11, Chienne 14, Chienne 15, Chienne 17). Cependant la chute de résistivité faisant suite à ce pic surnuméraire est moins importante que la chute observée au moment de l'ovulation. Attention cependant chez deux chiennes, ce pic surnuméraire, précédant l'ovulation, pouvait notamment induire l'éleveur en erreur, c'est le cas de Chienne 9 et de Chienne 11 notamment, ce dernier ayant lieu dans les valeurs de résistivité haute.

Par la suite, la résistivité du mucus vaginal atteint son pic, dont la valeur est très variable selon les chiennes, suivi d'une chute de résistivité de plus de 30%. Cette chute de résistivité est compris entre -96 heures et + 96 heures par rapport à l'ovulation estimée grâce au dosage de progestérone. Par ailleurs la moyenne de ce décalage (entre la chute de résistivité et l'ovulation réelle) est de +27.3 heures, c'est-à-dire qu'en moyenne, sur les chiennes de l'étude sur lesquelles le protocole a pu être correctement réalisé (soit 18 chiennes), la chute de résistivité du mucus vaginal, de plus de 30%, arrive 27 heures et 18 minutes après l'ovulation estimée. De plus, dans 50 % des cas, le décalage entre l'ovulation réelle et celle détectée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY est de 48 heures (cette dernière suivant l'ovulation de 48 heures maximum), ce qui correspond à l'intervalle entre l'ovulation et le moment où l'ovocyte devient fécondable ; et dans 78 % des cas, le décalage entre l'ovulation réelle et celle détectée par mesure de la résistivité du mucus vaginal via la sonde DRAMINSKY est de 72 heures (cette dernière suivant l'ovulation de 72 heures maximum), ce qui correspond au moment où l'ovocyte est mature et donc à la période de fertilité. Ainsi chez ces chiennes en inséminant le jour de la chute avec une semence fraîche de bonne qualité ou en réalisant une saillie naturelle, il est possible d'être dans la période fertile. En effet lorsque la chienne est saillie par monte naturelle ou inséminée avec de la semence fraîche, des gestations ont été observées lorsque l'acte en question était réalisé 5 jours avant l'ovulation et jusqu'à 5 jours après celle-ci, les spermatozoïdes ayant alors une durée de vie de 3.5 à 6 jours (Guerin, 1998). On peut donc en déduire, du fait que chez l'ensemble des chiennes de l'étude le décalage entre la chute de résistivité et l'ovulation réelle soit au maximum de 96 heures, que chez l'ensemble de ces chiennes une fécondation aurait été possible en semence fraîche ou en monte naturelle, en se basant sur la simple évolution de la résistivité du mucus vaginal. En revanche lorsque la chienne est inséminée avec de la semence réfrigérée ou congelée, les spermatozoïdes ayant une durée de vie de 24 heures, il est conseillée de réaliser l'insémination strictement entre 2 et 4 jours après l'ovulation (Guerin, 1998 ; Levy et *al.*, 2007). Cela n'aurait donc été possible que chez 50% de l'effectif soit 9 chiennes (celles présentant une chute de résistivité dans les 48 heures suivant l'ovulation), du fait de la nécessité de deux inséminations (une deux jours après l'ovulation et une quatre jours après).

Finalement, on notera que parfois la chute de plus de 30% du pic de résistivité du mucus vaginal est difficile à mettre en évidence. C'est le cas de Chienne 4 où seule

une chute de 28% du pic de résistivité est notée au cours des chaleurs. Cela peut être probablement dû au fait que les mesures étant réalisées toutes les 12 heures, la valeur maximale du pic a certainement eu lieu entre deux mesures successives.

V-4-c- Evolution de la résistivité du mucus vaginal au cours de cycles œstraux anovulatoires

Pour ce qui est des cycles anovulatoires, des études précédentes (Klotzer et *al.*, 1974) ont montré que chez les chiennes présentant ce genre d'évènements, la résistivité du mucus vaginal ne dépassait pas les 103 Ohms. Nous n'avons pu observer un tel phénomène au cours de notre étude et ainsi confirmer que cet appareil est efficace dans la détection des chaleurs anovulatoires, mais le fait que nous observions des variations de la résistivité du mucus vaginal autour de l'ovulation et notamment des hausses suivies de chutes de cette résistivité, laisse supposer que la sonde DRAMINSKY fonctionnerait afin de détecter l'absence d'ovulation. De plus nous avons pu remarquer qu'au-delà de 96 heures après l'ovulation, les valeurs de résistivité atteignaient des valeurs basales (inférieures souvent à 150 Ohms). Ainsi nous pouvons supposer que durant le metoestrus, mais aussi pendant l'anoestrus et le début de proestrus, les valeurs de résistivité restent basales et qu'il en est de même lors de chaleurs anovulatoires.

V-4-d-Influence de la zone de mesure de la résistivité du mucus vaginal

Au cours de l'étude menée par Clero (2009) et celle de Bricout (1994), la résistivité du mucus vaginal a été mesurée en plusieurs zones du vagin toutes les 12 heures, au cours des chaleurs de chaque chienne. Plusieurs conclusions ont alors été tirées : Tout d'abord, les mesures au niveau du col donnent de mauvais résultats, perturbent la chienne, et l'exposent à des risques de blessures. De plus, au cours de l'étude de Clero, il avait été remarqué que l'allure de la courbe de résistivité du mucus vaginal était similaire, tout au long des chaleurs, que celle-ci soit mesurée au niveau du vagin crânial ou plusieurs centimètres caudalement, en insérant la moitié de la sonde. Par contre, la résistivité du mucus vaginal mesurée en insérant la moitié de la sonde était plus souvent corrélée de manière exacte au moment de l'ovulation (28% dans ce cas contre 15% quand les mesures étaient faites au niveau du vagin crânial). Ainsi, dans le cadre de notre étude, nous avons décidé d'insérer la moitié de la sonde dans le vagin des chiennes au moment de chaque mesure, car il était nécessaire pour comparer les mesures d'un jour à l'autre de prendre toujours les mesures au même endroit dans le vagin. Cependant, en procédant ainsi nous avons pris un risque, car l'étude de Clero (2009) portait sur des Beagle, race plus petite et plus bréviligne que le Labrador et ainsi peut ne pas être comparable à ce dernier. En effet, peut être que nous aurions dû réaliser une autre série de mesure à un autre endroit dans le vagin pour voir si la détection de l'ovulation réelle aurait pu être nettement plus précise alors

V-4-e-Importance du bon nettoyage de la sonde

Nous avons déjà rappelé précédemment, qu'avant le début de notre protocole, nous avons réalisé une étude préliminaire avec le service de bactériologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, afin d'éviter la transmission de germes (notamment bactériens) d'un individu à l'autre. Ainsi, nous avons remarqué qu'en utilisant et en appliquant du gel hydro-alcoolique pendant au moins 30 secondes sur l'ensemble de la sonde ni *Escherichia Coli* ni *Streptococcus spp.* n'étaient retrouvés à la surface de la sonde. Nous avons donc rappelé aux éleveurs, la grande importance du bon nettoyage de la sonde afin d'éviter la transmission de germs et l'apparition de vaginites cliniques ou subcliniques.

V-5-Intérêt du dosage de la progestérone dans la détermination de l'ovulation.

Nous avons pu remarquer qu'au cours de notre étude, 75% des chiennes, chez qui le protocole a pu être réalisé de façon correcte, ovulaient lorsque les valeurs de progestéronémie étaient comprises entre 5.7 et 8.9 ng/mL (moyenne de 7.3 ng/mL), ce qui est conforme avec ce qui a été vu précédemment dans la partie bibliographie. En revanche, en ayant effectué une prise de sang tous les deux jours, les valeurs données ne sont qu'une estimation de la progestéronémie autour et au moment de l'ovulation chez chaque chienne. Ainsi l'ovulation n'était qu'estimée, et non avérée, avec les dosages de progestérone.

V-6- Avantages et risques de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal lors du suivi des chaleurs

V-6-a-Avantages de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal lors du suivi des chaleurs

Tout d'abord, il s'agit d'un moyen de suivi des chaleurs, que l'éleveur peut avoir à disposition à domicile, contrairement au dosage de progestérone ou à l'échographie ovarienne pour lesquels l'éleveur doit se déplacer chez son vétérinaire traitant. De plus, d'après le témoignage des éleveurs ayant participé à notre étude, il s'agit d'un outil simple et rapide d'utilisation, pour lequel les éleveurs rapportent peu de complications suite à son utilisation.

Par ailleurs, il semblerait qu'un suivi quotidien suffise lorsque la valeur de résistivité du mucus vaginal est inférieure à 200 Ohms, c'est-à-dire lors du pro-œstrus cytologique. L'éleveur peut donc se baser sur cette valeur seuil de 200 Ohms afin de déterminer quand il est nécessaire, dans un premier temps de commencer les

dosages de progestérone, et dans un deuxième temps de réaliser une mesure de résistivité du mucus vaginal toutes les 12 heures. En effet, lorsque les valeurs de résistivité du mucus vaginal dépassent cette valeur, la chienne se rapproche alors de l'œstrus cytologique et de l'ovulation. Dans le cas où l'éleveur ne réaliserait un suivi des chaleurs qu'en utilisant la mesure de la résistivité du mucus vaginal, un suivi toutes les 12 heures est conseillé quand la résistivité du mucus vaginal dépasse 200 Ohms. En revanche, compte tenu des résultats, le moment de l'ovulation réelle sera déterminé de manière moins précise, car celle-ci n'est détectée qu'à 24 heures près que dans 33% des cas, dans notre étude.

Troisièmement, nous avons vu au cours de notre étude, que le décalage entre l'ovulation et la chute significative de résistivité du mucus vaginal était en moyenne de 27 heures et 18 minutes, que dans un tiers des cas (6 cas /18) l'ovulation pouvait être détectée à +/- 24 heures près et dans la moitié des cas (9 cas/18) à +/- 48 heures près, en insérant la sonde DRAMINSKY de moitié dans le vagin des chiennes. Même si ces résultats sont moins bons que ceux mesurés chez la race Beagle, lors de l'étude de CLERO (2009), la méthode de mesure de la résistivité du mucus vaginal permet de donner un intervalle de temps où se produit l'ovulation, puisque l'ensemble des chutes de résistivité du mucus vaginal, mesurées avec la sonde DRAMINSKY, se produisent entre -96 heures et +96 heures par rapport à l'ovulation.

V-6-b-Risques de l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal lors du suivi des chaleurs

Premièrement, il est important de commencer le suivi de la résistivité du mucus vaginal très tôt au moment des chaleurs, car nous avons pu le voir, chez une chienne de notre étude, la chute de résistivité avait lieu 96 heures (soit 4 jours) avant l'ovulation et ainsi si le suivi avait été réalisé trop tardivement, nous aurions pu passer à côté de cette chute.

Deuxièmement, comme dit dans le précédent paragraphe, il est nécessaire de réaliser un suivi toutes les 12 heures, de résistivité du mucus vaginal, lorsque cette dernière passe le seuil des 200 à 300 Ohms. En effet, sinon on pourrait passer à côté du pic de résistivité et donc de la chute de plus de 30% de celle-ci.

Par ailleurs, lorsqu'une chute de plus de 30% de la résistivité est observée sur 12 heures, il est conseillé de confirmer cette chute par un suivi de la résistivité au cours des 48 heures qui suivent afin de s'assurer que cette chute n'était pas une fausse chute faisant suite à un pic surnuméraire de résistivité et qu'ainsi, nous ne passons pas à côté d'une chute plus significative de la résistivité du mucus vaginal.

De plus, quand une chute significative de résistivité du mucus vaginal est observée sur 12 heures, il est primordial de confirmer l'ovulation par un dosage de la progestérone car comme nous l'avons vu précédemment, dans 17% des cas (3

cas/18), au cours de notre étude, la chute de résistivité du mucus vaginal précédait l'ovulation d'au moins 24 heures.

A ceci s'ajoute le fait que d'après le témoignage des éleveurs ayant participé à notre étude, il s'agit d'un outil simple et rapide d'utilisation, pour lequel les éleveurs rapportent peu de complications suite à son utilisation. Cependant, l'ensemble des éleveurs ayant participé à cette thèse, connaissait déjà la sonde DRAMINSKY et/ou l'avait déjà utilisée.

Finalement, nous pouvons dire que les résultats obtenus dans la race Labrador, au cours de notre étude, sont bien moins bons que ceux obtenus dans la race Beagle, au cours de l'étude de CLERO (2009), car dans plus de 50% des cas la détermination de l'ovulation se fait à plus de 48 heures près.

V-7- Conseils d'utilisation de la sonde DRAMINSKY

Tout d'abord, il est nécessaire de commencer le suivi de la résistivité du mucus vaginal très tôt dès l'apparition des chaleurs, car comme dit précédemment, la chute significative (plus de 30%) de la résistivité peut avoir lieu jusqu'à 96 heures avant l'ovulation. Tant que la résistivité du mucus vaginal ne dépasse pas une valeur seuil de 200 Ohms, seule une mesure quotidienne suffit. Quand la résistivité atteint des valeurs comprises entre 200 et 300 Ohms, il est nécessaire de réaliser un suivi, toutes les 12 heures, de la résistivité du mucus vaginal, afin de s'assurer de ne pas passer à côté du pic et de la chute significative de la résistivité du mucus vaginal.

Par ailleurs, lorsqu'une chute de plus de 30% de la résistivité du mucus vaginal est détectée, il semble indispensable de réaliser un dosage de progestérone afin de confirmer ou non l'ovulation.

Nous avons vu, au cours de notre étude, que chez l'ensemble des chiennes de notre étude, la chute significative de résistivité du mucus vaginal encadrait l'ovulation à +/- 96 heures. Ainsi en cas d'insémination en semence fraîche ou par monte naturelle, une fécondation semble possible, d'après la littérature. Cependant, le fait de ne pas saillir au moment optimum pourrait conduire à une diminution de la taille des portées. Par ailleurs cette méthode permettant de ne détecter l'ovulation à 24 heures près que chez un tiers des cas, l'utilisation seule de la mesure de la résistivité du mucus vaginal est déconseillée, dans le cas d'insémination en semence fraîche ou congelée.

Finalement, nous rappelons l'importance de réaliser les mesures toujours au même endroit afin de limiter la variabilité des mesures et si possible au niveau du plafond du vagin. Ainsi cette méthode n'est pas recommandée pour un éleveur n'ayant

jamais utilisée une sonde vaginale et dont la technicité ne permettrait pas une utilisation optimale.

CONCLUSION DE LA PARTIE EXPERIMENTALE

Nous avons vu dans un premier temps que lors des chaleurs des chiennes de l'étude, la moyenne de la résistivité du mucus vaginal était comprise entre 380 et 500 Ohms entre 96 heures avant l'ovulation et 60 heures après celle-ci. Par ailleurs, cette moyenne présentait 4 pics suivis de chute de résistivité : le premier 84 heures avant l'ovulation, le second 24 heures avant, le troisième (celui de valeur maximale) 12 heures après l'ovulation et le dernier 60 heures après celle-ci. Une chute de la moyenne de la résistivité du mucus vaginal, de plus de 30 % (valeur pour laquelle est suspectée l'ovulation) est détectable entre 60 et 72 heures après l'ovulation.

A l'échelle individuelle, nous avons remarqué, tout d'abord, une grande variabilité des valeurs de la résistivité du mucus vaginal, à chaque instant t autour de l'ovulation. On en a conclu qu'aucune valeur de résistivité du mucus vaginal ne peut être utilisée comme valeur seuil au-delà de laquelle l'ovulation aurait lieu. De plus, sur l'ensemble des chiennes de l'étude, chez qui le protocole a pu être réalisé sur son entièreté, une chute de résistivité du mucus vaginal de plus de 30% a été remarquée dans les 96 heures entourant l'ovulation. En effet, chez 11% des chiennes, cette chute suivait l'ovulation de ± 12 heures. Chez 33% des chiennes, la chute suivait l'ovulation de ± 24 heures et chez 50% des chiennes, la chute suivait l'ovulation de ± 48 heures. En moyenne, le décalage entre l'ovulation réelle et la chute de résistivité du mucus vaginal, de plus de 30%, était de 27 heures et 18 minutes. Cependant, chez plus de 50% des chiennes la chute de résistivité du mucus vaginal était distante de l'ovulation d'au moins 48 heures, ce qui reste un résultat peu satisfaisant.

A ceci se rajoute le fait que chez 58% des chiennes appartenant à l'étude, un pic surnuméraire suivi d'une chute importante de résistivité du mucus vaginal a été remarqué au cours des chaleurs, pouvant induire le manipulateur en erreur compte à la détection du moment de l'ovulation. Il semble important de préciser également que pour que le suivi soit interprétable, il était très important de toujours réaliser les mesures de résistivité au même endroit dans le vagin.

Finalement, nous en avons conclu que la mesure de la résistivité du mucus vaginal était une méthode intéressante pour détecter la période de fertilité au cours des chaleurs, mais que seule, elle ne permettait pas de détecter très précisément l'ovulation chez les chiennes de race Labrador et qu'ainsi d'autres méthodes, comme le dosage de la progestérone ou l'échographie ovarienne, étaient nécessaires afin de détecter l'ovulation de façon précise.

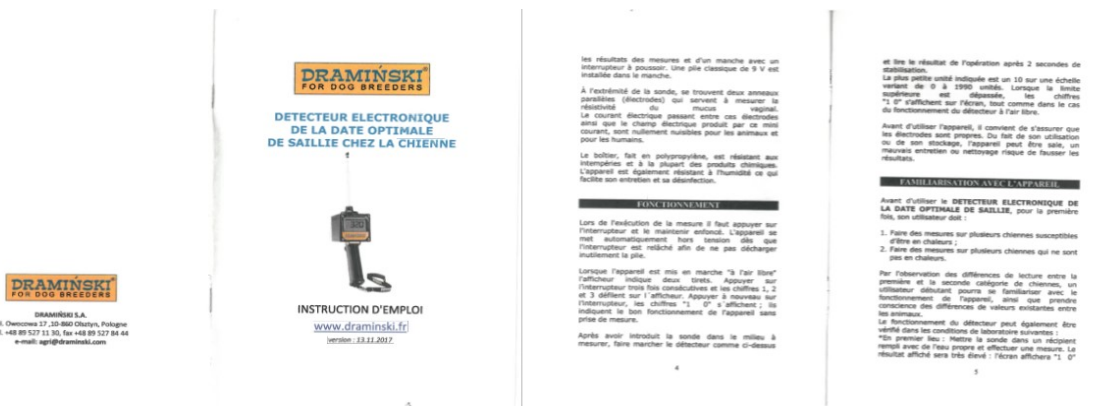
CONCLUSION

Actuellement, les moyens utilisés par les éleveurs canins pour détecter l'ovulation au cours des chaleurs sont variés. Utilisées depuis très longtemps, l'observation des modifications comportementales, des modifications de la turgescence vulvaire et des sécrétions vaginales, reste encore très souvent un des moyens les plus utilisés par les éleveurs pour suivre leurs chiennes au cours de leurs chaleurs. Cependant, on sait qu'aujourd'hui cette technique ne permet pas de détecter avec précision le jour de l'ovulation et donc par conséquence de déterminer de façon optimale la période de fertilité maximale. D'autres méthodes, telles que la mesure de la progestéronémie et l'échographie ovarienne, permettent de détecter l'ovulation avec précision, mais nécessitent un déplacement chez le vétérinaire et des frais associés.

Pour ces différentes raisons, et notamment afin de faciliter le suivi des chaleurs à domicile, par les éleveurs, des ohmmètres permettant de mesurer la résistivité du mucus vaginal, ont été mis en place sur le marché par différents laboratoires. Au cours de notre étude, nous avons pu remarquer qu'une chute de plus de 30% de résistivité du mucus vaginal, faisant suite à un pic, entourait l'ovulation de plus ou moins 96 heures (et en moyenne suivait celle-ci de 27 heures et 18 minutes), et que chez 50% des chiennes, cette chute suivait l'ovulation de maximum 48 heures. Néanmoins, cette méthode, présentant l'avantage de pouvoir être utilisée à la maison, nécessite une bonne désinfection entre chaque mesure et une rigueur lors de chaque mesure, afin que celles-ci soient tout le temps réalisées au même endroit dans le vagin. Ainsi nous pouvons déduire de ces résultats, que l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal permet de détecter la période fertile chez la chienne et pourrait être employé lors de saillie en monte naturelle ou d'insémination en semence fraîche mais qu'en revanche, du fait qu'elle ne permet pas de détecter avec précision l'ovulation et donc la période de fertilité optimale, elle ne peut être utilisée lors d'insémination en semence réfrigérée ou congelée et qu'il faudrait alors l'associer à d'autres méthodes plus fiables comme le dosage de progestérone ou l'échographie ovarienne.

ANNEXE

Document, rédigé par la société Draminsky, que nous avons fourni avec le protocole expérimental, décrit dans la partie matériel et méthode



puisque la résistance de l'eau est généralement assez haute. En pratique, une telle situation n'a jamais lieu, puisque la résistance du mucus vaginal est de son ordinaire par rapport au seul maximum du détecteur. "En deuxième lieu : ajouter une pincée de sel à l'eau et bien mélanger. Introduire la sonde puis lire la mesure. A présent, le résultat est bien inférieur puisque le sel réduit la résistance de la solution (résistance inférieure = résultat inférieur). Une autre pincée de sel ajoutée fera baisser le résultat encore plus.

Cette simple expérience explique le fonctionnement du détecteur ainsi que le phénomène d'une chute journalière des indications causée par la présence d'urine sur les électrodes (du fait de la présence du sel dans les urines).

Avant d'effectuer la mesure, procéder de façon suivante :

1. Vérifier "à l'air libre" la fonction électrique du détecteur afin de vous assurer de la puissance requise des piles (l'écran doit afficher les chiffres "1" et "0").
2. Préparer le produit de désinfection et stériliser la sonde conformément au chapitre DÉSINFECTION.
3. Si la région de la vulve est sale, la laver et sécher.

Exécution de la mesure :

Afin de faciliter l'insertion et rendre son exécution plus continue (en particulier en cas de chienne de petite taille), le chien pourra être placé sur une petite table.

1. Introduire la sonde.
2. Appuyer sur le poussoir ON/OFF - l'écran affichera deux traits indiquant la mise en marche de l'appareil.
3. Appuyer sur la touche encore une fois et l'écran affichera "1" - une première mesure a été mémorisée.
4. Appuyer sur la touche encore deux fois avec une pause pour mémoriser une deuxième et une troisième mesure. Les chiffres "2" et "3" s'affichent à l'écran.
5. Appuyer sur la touche une dernière fois, le résultat final (le plus bas des trois mémorisations) s'affiche à l'écran.
6. Sortir la sonde délicatement.
7. Désinfecter l'appareil selon les instructions du chapitre DÉSINFECTION et ranger l'appareil dans sa boîte.

Comment introduire la sonde :

• Écarter doucement la vulve pour faciliter le glissement de la sonde et l'introduire dans le vagin de l'animal (à la longueur de 8-10 cm environ (3-4 pouces), en tenant compte de la race et de la taille de la chienne, soit jusqu'à ressentir une légère résistance lorsque l'extrémité de la sonde touche le col de l'utérus). Il arrive que cette résistance soit difficilement perceptible chez certaines chiennes. Dans la région du col de l'utérus, la concentration en mucus vaginal nécessaire pour une mesure correcte est la plus forte.

Les meilleurs résultats de mesure sont obtenus quand la sonde est tenue dans la position centrale du vagin, près du col de l'utérus.

Attention ! Avec des chiennes de grande taille, il faudra insérer la sonde sur une longueur plus importante.

- Il est important que la sonde soit insérée sous un angle convenable (à l'angle droit ou à 45°), appuyée à la chienne concernée, et qui est habituellement de 25 à 45°. Cet angle varie en fonction de la race, de la taille de l'animal concerné, voire d'une chienne.
- Il peut arriver qu'il soit plus aisé et que la sonde soit insérée plus facilement.
- Lors de l'insertion de la sonde, l'observation de la sonde sous un angle convenable facilite la mesure. L'observation de la sonde sous un angle convenable facilite la mesure. L'observation de la sonde sous un angle convenable facilite la mesure.

Attendez 10 secondes dans le vagin de l'animal avant la mesure. Elle doit, en effet, atteindre la température du corps de la chienne pour que les résultats soient précis.

Après avoir introduit la sonde dans le vagin de la chienne dans une position convenable, une chienne bien en contact avec le mucus vaginal, obtenez bien en contact avec le mucus vaginal, obtenez bien en contact avec le mucus vaginal, obtenez bien en contact avec le mucus vaginal.

Mode d'insertion de la sonde

Avant et après chaque utilisation, le détecteur doit être désinfecté.

Un nettoyage attentif et soigné ainsi qu'une désinfection de l'appareil constituent les conditions indispensables pour une utilisation convenable du détecteur.

Nous recommandons d'utiliser de la gaze, un chiffon en coton ou un papier de soie pour essuyer la sonde les doigts de mucus, d'écoulements, d'urine ou de poils. En particulier, autour des électrodes. Laver ensuite la sonde soigneusement à l'eau courante et, à la fin, plonger la sonde dans une solution désinfectante.

Observez toujours les consignes du fabricant du désinfectant : attention à la concentration du produit, une concentration trop forte risque d'irriter le vagin. Pour éviter de tels incidents, il est nécessaire d'essuyer la sonde avant chaque utilisation.

Pour la désinfection, nous recommandons l'utilisation de solutions antiseptiques pour la désinfection des éléments endocaux.

Nous vous engageons à consulter et à respecter les recommandations des fabricants des mesures chaque jour.

Attention ! Avant une nouvelle utilisation de l'appareil, le détecteur doit être soigneusement désinfecté.

La Société DRAMINSKI insiste sur l'importance de l'hygiène : le détecteur doit toujours être

maintenu propre. Le non-respect de l'hygiène peut causer une infection de l'utérus. Après chaque utilisation, il faut bien laver le détecteur, le désinfecter et le sécher.

INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS

Le dessin ci-contre montre une courbe typique des variations de la résistance du mucus vaginal de la chienne et indique la date optimale pour la saillie.

En pratique, d'un animal à l'autre, il existe des écarts par rapport à cette courbe standard et la lecture de la valeur de pic.

Certaines chiennes atteignent la valeur de pic au niveau de 400 unités, d'autres à 600, 750 unités ou même au-dessus de 1000 unités. Il convient de noter que c'est le "profil de la courbe" qui compte, et non pas les valeurs particulières des résultats obtenus lors des mesures.

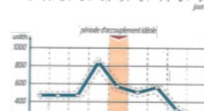
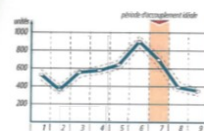
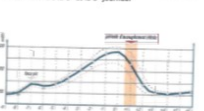
Nous vous proposons l'interprétation suivante des résultats :

- Si les indications se situent entre 100 - 200 unités, il n'est pas nécessaire de faire des mesures chaque jour.
- Si les résultats s'élèvent au-dessus de la valeur de 200 unités, il faut faire les mesures chaque jour. Quelquefois ces indications se maintiennent durant quelques jours et, ce n'est qu'après, que l'on observe une nouvelle élévation des valeurs.
- Lorsque les résultats commencent à croître, il est recommandé d'effectuer les mesures plus souvent (2, 3, voire 4 fois par jour) afin de déterminer exactement le moment de l'ovulation. Ceci est

particulièrement important dans le cas de chiennes pour lesquelles l'ovulation survient plus tôt et qui, de ce fait, acceptent le mâle pendant un court laps de temps.

Le dessin indique qu'il est très important de déceler le jour de la résistance maximale et d'observer le moment de chute qui le suit. C'est le premier jour où, rétrospectivement, on peut dire que c'est le jour de la saillie.

Remarque : aussi le survenir d'un "faux pic" avant le vrai maximum. Il est facile de détecter ce "faux pic" car il se produit avec des valeurs bien inférieures entre le 2^e et le 3^e jour.



Exemples atypiques

BIBLIOGRAPHIE

1. BARTOS L. (1977) Vaginal impedance measurement used for mating in the rat. *Lab Anim*, 11, 53-55
2. BARTOS L., SEDLACEK J. (1977) Vaginal impedance measurement used for mating in guinea pig. *Lab Anim*, 11: 57-58
3. BERGSON L.H., NYKAMP S.G., BRISSON B.A, MADAN P., SEARS W., GARTLEY C.K. 2014. Vaginal impedometry for detection of optimal breeding time in bitches. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 245(12), 1360-1366.
4. BONTE et al., 2017, proceedings 20th EVSSAR congress, Vienne (Autriche), 29 june-1st July 2017, p.43
5. BOUCHARD G.F., SOLORZANO N. et al., (2000) Determination of ovulation time in bitches based on teasing, vaginal cytology, and ELISA for progesterone. *Theriogenology*, 35, 603-611
6. BOUE F., DELHOMME A. et al., (2000) Reproductive management of silver foxes (*Vulpes Vulpes*) in captivity. *Theriogenology* , 53, 1717-1726
7. BRICOUT E. (1994) Contribution à la détermination du pic de LH chez la chienne. Relations avec les modifications comportementales, les frottis vaginaux, la résistance électrique du mucus vaginal et la progestéronémie. Thèse .Méd.Vét., Alfort
8. BROOK D. (1982) An assessment of the efficiency of measuring the electrical vaginal mucus as a means of detecting ovulation in mares. *Vet Med Small Anim Clin* , 77, 1059-1067
9. CANFIELD R.W., BUTLER W.R. (1989) Accuracy of predicting the LH surge and optimal insemination time in Holstein heifers using a vaginal resistance probe. *Theriogenology* , 31, 335-342
10. CARTER P.D., DUFTY J.H. (1980) Assessment of vaginal impedance measurements as an indicator of oestrus in cattle. *Aus Vet Journ*, 56, 321-323
11. CHAPWANYA A., CLEGG T. et al., (2008) Comparaison of the immulite and RIA assay methods for measuring peripheral blood progesterone levels in Greyhound bitches. *Theriogenology* , 70 (5), 795-799
12. CHATDARONG K., TUMMARUK P. et al., (2007) Seasonal and breed effects on reproductive parameters in bitches in the tropics : a retrospective study. *Journal of small animal Practice*, 48, 444-448

13. CONCANNON P.W. (1986) Clinical and endocrine correlates of canine ovarian cycles and pregnancy. In : KIRK R.W. Current Veterinary therapy, small animal practice, 1214-1224, Saunders, PHILADELPHIA, 1986
14. CONCANNON P.W. (1993) Biology of gonadotropin secretion in adult and prepubertal female dogs. J Reprod Fertil, 47 (Suppl), 3-27.
15. CONCANNON P.W. (1998) Physiology of canine ovarian cycle and pregnancy. In: 3rd symposium on advances in canine reproduction. Uppsala 1998 (Sweden)
16. CONCANNON, P. (2009). Endocrinologic Control of Normal Canine Ovarian Function. *Reproduction in Domestic Animals*, 44, 3-15.
17. CONCANNON P.W., HANSEL W. et al., (1973) Changes in LH, progesterone and sexual behavior associated with pre-ovulatory luteinization in the bitch. Biol Reprod , 8, 74-82
18. CONCANNON P.W., HANSEL W. (1975) The ovarian cycle of the bitch: plasma estrogen, LH, and progesterone. Biol Reprod , 13: 112-121
19. CONCANNON P.W., HANSEL W. et al., (1977) Changes in LH, progesterone, and sexual behavior associated with preovulatory luteinisation in the bitch. Biol. Reprod., 17, 604-613
20. CONCANNON P.W., HANSEL W. et al., (1989) Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy, and parturition in the dog. J Reprod Fertil, suppl. 39, 3-25
21. DE GIER J., KOISTRA H.S. et al., (2006) Differential regulation of the secretion of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone around the time of ovulation in the bitch. Theriogenology, 66, 1419-1422.
22. DE GIER J., KOISTRA H.S. et al., (2006) Temporal relations between plasma concentrations of LH, FSH, estradiol 17 β , progesterone, prolactin and α melanocyst stimulating hormone during the follicular, ovulatory and early luteal phase in the bitch. Theriogenology, 65, 1346-1359.
23. DUSZA L., OPALKA M. et al., (1996) The relationship between electrical resistance of vaginal mucus and plasma hormonal parameters during periestrus in sows. Theriogenology, 45, 1491-1503
24. DRIANCOURT M.A., GOUGEON A. et al., (1991) La fonction ovarienne. In : THIBAUT, LEVASSEUR. La reproduction chez les mammifères et l'homme page 273 ; INRA, Ellipses
25. ENGLAND G.C.W., ALLEN NW.E. (1989) Real time ultrasonic imaging of the ovary and uterus of the dog. J Reprod Fertil, suppl. 39, 91-100
26. ENGLAND G., BURGESS C.M. et al., (2006) Relationship between the fertile period and the sperm transport. Theriogenology., 66, 1410-1418

27. ENGLAND G., VON HEIMENDAHL.A., Determinig breeding status. In : BSAVA Manual of Canine and Feline Reproduction and Neonatology (2nd Edition).2010
28. EVANS J.M., SAVAGE T.J. (1970) The collection of vaginal smears of the bitches. Vet Rec, 87, 598-599
29. FELDMAN, NELSON, Ovarian cycle and vaginal cytology. In: Canine and feline endocrinology and reproduction (3rd edition). 1996
30. FERNANDO R.S., REGAS J. et al., (1988a) Physiological mechanisms associated with ovulation prediction using the CUE Ovulation predictor. Hum Reprod , 3, 413-417
31. FERNANDO R.S., REGAS J. et al., (1988b) Ovulation prediction and detection with the CUE Ovulation predictor. Hum Reprod, 3, 419-42
32. FISHER L., GERMAIN G. et al., (1990) Changes in electrical impedance of the vaginal medium during the menstrual cycle of female rhesus monkey (Macaca mulatta). J Med Primat 19, 573-582
33. FISCHER F., MORTON R. et al., (2008) Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements. Theriogenology, 70, 7, 1065-1074
34. FONTBONNE A., BUFF S. et al., (2000) Données récentes en physiologie et endocrinologie sexuelles dans l'espèce canine. Le Point Vétérinaire, 31 (209), 27-33
35. FONTBONNE A., LEVY X., FONTAINE E., & GILSON C. (2007). *Guide pratique de reproduction canine et féline*. MED'COM, Paris, 272p.
- 36.FRASER et al.2015. « Comparative progesterone assay ». Clinical theriogenology ; 7 (3), 207-210.
37. GARTLAND P. , SCHIAVO J. et al., (1979) Detection of estrus in dairy cows by electrical measurements of vaginal mucus and by milk progesterone. J Dairy Sci , 62, 64-68
38. GOODMAN M. (2002) Demystifying ovulation timing. Clinical techniques. Small animal practice, 17 (3), 97-103
39. GUERIN C. (1998) .Détermination du moment de l'ovulation chez la chienne : implication pour la saillie ou l'insémination artificielle. Recueil de médecine Vétérinaire, 174 (7-8), 117-123.
40. GÜNSEL A.R. KOIVISTO P. & FOUGNER J.A. 1986. Electrical resistance of vaginal secretion in the bitch. Theriogenology, 25 (4), 559-570

41. GUPTA K.A., PUROHIT G.N. (2001) Use of electrical resistance (VER) to predict estrous and ovarian activity, its relationship with plasma progesterone and its use for insemination in buffaloes. *Theriogenology*, 56, 235-241.
42. HASE M., HORI T. et *al.*, (2000) Plasma LH and progesterone levels before and after ovulation and observation of ovarian follicles by ultrasonographic diagnosis system in dogs. *Theriogenology*, 62 (3), 243-248.
43. HAYER P., GUNZEL APEL A.R. (1993) Ultrasonographic monitoring of follicular development ovulation and the early luteal phase in the bitch. *J Reprod Fertil*, 47, 93-10
44. HOLST P.A & PHEMISTER R.D. 1974, Onset of dioestrus in the Beagle bitch : definition and significance. *Am. J. Vet. Res.*, 35, 401-406
45. HOLST, PHEMISTER P.A. (1974) Temporal sequence of events in the estrus cycle of the bitch. *Am J Vet Res*, 35, 401-406
46. KARSH F.J., BOWEN J.M. (1997) Gonadotropin-releasing hormone requirements for ovulation. *Biol Reprod*, 56, 303-309
47. KIKUCHI K., KOZAI K. et *al.*, (2018) Evaluating the electrical impedance and mucus-related gene expression og uterine endometrial tissues in mares. *Journal of Reproduction and Development*, 64(2),193-197
48. KIM Y., TRAVIS A.J., et *al.*, (2007) Parturition prediction and timing of canine pregnancy. *Theriogenology*, 68, 1177-1182
49. KLÖTZER I. 1974, Untersuchungen über den electrischen Widerstand des Vaginalschlernes der Hünden. *Kleintier Praxis*, 19, 125-130.
50. KUTZLER M.A., MOHAMMED O. (2003) Accuracy of canine parturition date prediction from the initial rise in preovulatory progesterone concentration. *Theriogenology* ,60, 1187-1196
51. LARSEN J.E., NORMAN J.M (2008). Can vaginal electrical impedance be used to characterize estrus and ovulation in the mare? *Theriogenology*, 70 (3), 581-582
52. LEIDL W., STOLLA R. (1976) Measurement of electrical resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection. *Theriogenology*, 6 (2-3), 237-249
53. LEVY X. (2016) Videovaginoscopy of the canine vagina. *Reproduction in Domestic Animals*, 51 (1), 31-36
54. LEVY X., FONTBONNE A. (2007) Determining the optimal time of mating in bitches: particularities. *Rev Bras Reprod Anim*, Belo Horizonte, 31 (1), 128-134

55. LILLEY K.G. , EPPING R.J. et *al.*, (1997) The guinea pig estrous cycle: correlation of vaginal impedance measurement with vaginal cytologic findings. *Lab Anim Sci*, 47, 632-637
56. LINDER C., KARLSSON I. (1984) The correlation between the cytology of the vaginal smear and the time of ovulation in the bitch. *J Small Animal Practice*, 25, 77-82
57. LUC 2004. Intérêt de l'interprétation des frottis vaginaux chez la chienne en début de prooestrus lors du suivi de chaleurs: étude expérimentale. Thèse. Méd. Vét., Alfort
58. MARSELOO, FONTBONNE et *al.*, (2004) Comparaison of ovarian ultrasonography with hormonal parameters for the determination of the time of ovulation in bitches. In: Abstracts book. 5th international symposium on Canine and Feline Reproduction. Sao Paulo, Brazil.
59. MC CAUGHEY W.J., PATTERSON A.D. (1981) Vaginal electrical resistance in cows. Relationship to milk progesterone concentrations during the reproductive cycle. *Vet Res Commun*, 5, 77-84
60. NETT T.M., AKBAR A.M., et *al.*, (1975) Levels of luteinizing hormone, estradiol, and progesterone in serum during the estrus Cycle and the pregnancy in the beagle bitch. *Proc Soc Exper Biol Med*, 148, 134-139
61. OLSON P.N., BOWEL R.A., et *al.*, (1982) Concentration of reproductive hormones in canine serum throughout late anoestrus, pro-oestrus, and estrus. *Biol Reprod*, 27, 1196-1206
62. PHEMISTER, HOLST et *al.*, (1973) Time of ovulation in the Beagle bitch. *Biol Reprod.*, 8, 74-82
63. PINEDA M.H. (2003) Patterns of dogs. In: Mc Donald's veterinary endocrinology and reproduction, (Ed.5), 475-504.
64. RENTON J.P., BOYD J.S. et *al.*, (1992) Comparaison of endocrine changes and ultrasound as means of identifying ovulation in the bitch. *Res Vet Sci*, 53, 74-79
65. RENTON J.P., BOYD J.S. et *al.*, (1993) Ovulation, fertilization and early embryonic development in the bitch. *J Reprod Fertil*, suppl. 47, 221-231
66. REYNAUD K., FONTBONNE A. (2005) Maturation ovocytaire, fécondation et développement embryonnaire chez la chienne. *Bull Acad Vet France*, 158 (2), 167-172.
67. REZAC P., KRIVANEK I. et *al.*, (2001) Changes of vaginal and vestibular impedance in dairy goats during the estrus cycle. *Small Ruminant Res.*, 42, 183-188

68. REZAC P., KUKLA R., et *al.*, (2002) Effect of sow parity on vaginal electrical impedance. *Animal Reproduction Science*, 72, 223-234
69. REZAC P., OLIC I. et *al.*, (2006) Relationship between opposite changes of vaginal and vestibular impedance during estrous cycle in sows. *Theriogenology* , 66, 868-876
70. REZAC P., POSCHL M., et *al.*, (2003) Effect of probe location on changes in vaginal electrical impedance during the porcine estrous cycle. *Theriogenology*, 59, 1325-1334
71. REZAC P., VASICKOVA D., et *al.*, (2003) Changes of electrical impedance in vaginal vestibule in cycle sows. *Animal Reproduction Science* 2003, 79, 111-119
72. RINJBERK (1996) Hypothalamus-pituitary system. In: Rinjberk, editor. *Clinical endocrinology of dogs and cats*. Kluwer Academic Publishers, 11-34
73. SQUIRES E.L., LOOMIS et *al.*, (1981) The ovulemeter in relation to ovulation in the mare. *J Equin Vet Sci*, 1, 57-60
74. SMITH J.W., SPAHR S.L. et *al.*, (1989) Electrical conductivity of reproductive tissue for detection of estrus in dairy cows. *J Dairy Sci*, 72, 693-701
75. STOCKHOF, SOEDE et *al.*, (1996) Vaginal mucous conductivity as measured by the Walsmeta MKIV does not accurately predict the moment of ovulation or the optimum time for insemination in sows. *Anim Reprod Sci*, 41, 305-310
- 76 T. TSUTSUI. (1989) Gamete physiology and timing of ovulation and fertilization in dogs. *J reprod Fertil*, 39, 269-275
77. VAN HAAFTEN B., DIELMAN S.J. et *al.*, (1989) Timing the mating of dogs on the basis of blood progesterone concentration. *Vet Record*, 18, 524-52
78. WILDT D.E., CHAKRABORTY P.K. et *al.*, (1978) Relationship of reproductive behavior, serum luteinizing hormone and time of ovulation in the bitch. *Biol Reprod*, 18, 561-570.
79. WRIGHT P.J. (1990) Application of vaginal cytology and plasma progesterone determinations to the management of reproduction in the bitch. *J. Small Anim. Practice*, 31, 335-340
80. YILDIZ C., KAYA. A. (2004) The use of plasma progesterone levels vaginal cytology and electrical resistance of vaginal secretion to detect the oestrous in Anatolian shepherd bitches. *Hayvancilik Arastirma Dergisi*, 14 (1-2), 19-26

DÉTERMINATION DE L'OVULATION CHEZ LES CHIENNES DE RACE LABRADOR : MESURE DE LA RÉSISTIVITÉ DU MUCUS VAGINAL A L'AIDE DE LA SONDE DRAMINSKY

NOM : LAMOLET

Prénom : Romain

Résumé

L'objectif de ce travail est de déterminer l'efficacité de la mesure de la résistivité du mucus vaginal afin de détecter l'ovulation chez les chiennes de race Labrador.

La première partie de cette étude dresse un état des lieux des connaissances actuelles de la physiologie de la reproduction canine et les méthodes utilisées pour détecter l'ovulation de façon précise, permettant l'utilisation de nouvelles techniques, comme l'insémination en semence réfrigérée ou congelée. Nous sont présentées également, au sein de cette partie, les connaissances sur l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal chez la chienne et les autres espèces.

La partie expérimentale porte sur l'utilisation de la résistivité du mucus vaginal pour détecter l'ovulation chez les Labradors. Cette étude a été réalisée sur 24 chiennes pendant leurs chaleurs. Elle avait pour but de comparer le moment de l'ovulation détectée par la sonde vaginale avec celui déterminé par le dosage de progestérone sanguine. La mesure de résistivité du mucus vaginal présente l'avantage d'être facile à utiliser. Elle permet de détecter l'ovulation à 24 heures près dans 33% des cas et à 48 heures près dans 50% des cas, lorsque les mesures sont prises en insérant la sonde de 6.5 centimètres (correspondant à la moitié de la longueur de la sonde) au sein du vagin. Le décalage maximal observé entre l'ovulation réelle et la chute de résistivité est de 96 heures. Cette méthode permet donc de détecter la période de fertilité mais ne permet pas de déterminer de façon précise l'ovulation.

Mots clés : REPRODUCTION / MAITRISE DE LA REPRODUCTION / PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION / OVULATION / SONDE / VAGIN/ MUCUS VAGINAL / CARNIVORE DOMESTIQUE / CHIENNE / LABRADOR

Jury :

Président : Pr CHEVALIEZ

Directeur : Dr. FONTBONNE

Assesseur : Dr. CANONNE-GUIBERT

DETERMINATION OF OVULATION IN LABRADOR BITCHES: MEASUREMENT OF THE VAGINAL MUCOUS RESISTIVITY USING THE DRAMINSKY PROBE

SURNAME : LAMOLET

Given Name : Romain

Summary

The goal of this study is to determine the efficiency of the measure of the vaginal mucous resistivity in order to detect ovulation in Labrador bitches.

The first part of this study presents current knowledge about physiology of canine reproduction and methods used to detect ovulation in bitches, with precision, allowing the development of new methods, like insemination with refrigerated or thawed previously sperm. We present, also, in this part, knowledge about the use of the vaginal mucous resistivity to detect ovulation, in bitches and other species.

The experimental part deals with the use of vaginal mucous resistivity to detect ovulation in Labrador bitches. It was carried out in 24 bitches during heat periods. The goal of this study is to compare the date when the ovulation was detected by the vaginal probe with that detected by the progesterone dosage. The monitoring of vaginal mucous resistivity has the advantage to be easy to use. It allows ovulation to be detected within 24 hours of its occurrence in 33p100 of cases and within 48 hours of its occurrence in 50p100 of cases, when readings are taken by inserting the probe of 6.5 centimeters (corresponding to the half of the probe's length). The maximum difference between real ovulation and the fall of resistivity was 96 hours. This method permits to detect the period of optimal fertility but not the day of ovulation.

Key-words: REPRODUCTION / CONTROL OF REPRODUCTION / REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY / OVULATION / PROBE / VAGIN / VAGINAL MUCOUS / DOMESTIC CARNIVORES / BITCHES / LABRADOR

Jury :

Président : Pr CHEVALIEZ

Director : Dr. FONTBONNE

Assessor : Dr. CANONNE-GUIBERT