



HAL
open science

Elaboration de cas cliniques à visée pédagogique en reproduction équine

Clélia Simonnet

► **To cite this version:**

Clélia Simonnet. Elaboration de cas cliniques à visée pédagogique en reproduction équine. Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04811158

HAL Id: dumas-04811158

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04811158v1>

Submitted on 29 Nov 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année 2024

ÉLABORATION DE CAS CLINIQUES À VISÉE PÉDAGOGIQUE EN REPRODUCTION ÉQUINE

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE
présentée et soutenue publiquement devant
la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)
le 25 octobre 2024

par

Clélia SIMONNET-SOUCHAL

sous la direction de
Émilie QUÉRÉ

JURY

Président du jury :	M. Henry CHATEAU	Professeur à l'EnvA
Directrice de thèse :	Mme Émilie QUÉRÉ	Ingénieure de Recherche
Examineur :	M. Alain FONTBONNE	Professeur à l'EnvA
Membre invité :	Mme Marta DORDAS-PERPINYA	Maitre de conférences à l'EnvA

Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire

version mai 2024



Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
Mme	Benckekroun	Ghita	Maître de conférences HDR	DEPEC
M	Blaga	Radu	Professeur	DSBP
M	Blot	Stéphane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
Mme	Chastant	Sylvie	Professeur	DPASP
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valerie	Professeur	DEPEC
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loic	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Federighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Matthias	Professeur	DSBP
Mme	Le Poder	Sophie	Professeur	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences HDR	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guéneq	Christelle	Professeur	DEPEC
M	Millemann	Yves	Professeur	DPASP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Rivière	Julie	Professeur	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Arné	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barbarino	Alix	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Béguin	Jérémy	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Coudry	Virginie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Crozet	Guillaume	Maître de conférences	DPASP
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences	DPASP
Mme	Denis	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guérin	Virginie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Guétin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Kurtz	Maxime	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Dudal	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
M	Mammeri	Mohamed	Maître de conférences	DSBP
Mme	Manguin	Estelle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
Mme	Marotto	Stéphanie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Maurice	Emeline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mespoules-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
Mme	Mimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Quéré	Émilie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Radière	Guéric	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Ravary-Plumioën	Bérangère	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP
M	Tanquerel	Ludovic	Maître de conférences	DEPEC

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, M. Henry Chateau, Professeur à l'EnvA,

Pour avoir accepté la présidence de ce jury et pour votre disponibilité pour ma soutenance, mes sincères remerciements.

À Mme Émilie Quéré, Ingénieure de recherche à l'EnvA, directrice de cette thèse,

Pour m'avoir accompagné tout au long de ce travail, pour le temps investi, mes sincères remerciements.

À Mme Dordas-Perpinya, Maître de conférences à l'EnvA, co-encadrante de cette thèse,

Pour m'avoir donné l'idée de réaliser une thèse en reproduction équine, pour votre aide, pour votre temps, mes sincères remerciements.

À M. Alain Fontbonne, Professeur à l'EnvA, examinateur de cette thèse,

Pour avoir accepté de faire partie de ce jury, et pour vous être rendu disponible, mes sincères remerciements.

À M. Jean-François Bruyas, Professeur à Oniris,

Pour votre investissement dans la formation des étudiants de dernière année en équine et votre rôle dans le maintien du troupeau pédagogique de juments à Oniris, mes sincères remerciements. Merci d'avoir accepté l'utilisation d'images échographiques réalisées à Oniris lors de ma rotation de reproduction équine.

À Mme Bizon-Mercier Céline, Responsable de la Clinique équine du CHUV d'Oniris,

Pour votre investissement dans la formation des étudiants en équine, mes sincères remerciements. Merci d'avoir accepté l'utilisation d'images échographiques réalisées à Oniris lors de ma rotation de reproduction équine.

Table des matières

Liste des figures.....	3
Liste des tableaux	5
Liste des abréviations.....	7
Introduction	9
Première partie : L'importance des cas cliniques dans l'apprentissage de la reproduction équine à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.....	11
1. Les méthodes d'enseignement et d'apprentissage : une évolution perpétuelle.....	11
A. Quelques définitions.....	11
B. Les méthodes pédagogiques.....	11
C. L'évolution de l'enseignement	12
a. S'adapter à un public de plus en plus nombreux	12
b. Favoriser la pédagogie active	13
c. L'évolution de l'enseignement avec le développement du numérique	14
2. Les nouvelles technologies : un nouveau support de pédagogie	15
A. Les outils numériques comme outils pédagogiques	15
B. La limite des nouvelles technologies dans l'enseignement	15
3. L'apport des cas cliniques dans l'apprentissage de la reproduction équine	16
A. La reproduction équine : quelle place dans le quotidien d'un praticien équin ?	16
B. Etat des lieux de l'enseignement de la reproduction équine à l'EnvA	17
a. UC 0317 « Connaissance et Maîtrise de la reproduction »	18
b. UC 0325 « Elevage Chien, Chat, Equin, NAC »	18
c. UC 0521 « Médecine et Chirurgie des Equidés »	19
C. L'importance de cas cliniques dans la formation vétérinaire	20
a. La pédagogie active dans la pédagogie de la santé	20
b. L'utilisation des cas cliniques par les ENV	20
D. L'auto-apprentissage sur un outil numérique : une aide à l'enseignement	24
a. L'auto-apprentissage : être maître de son apprentissage	24
b. L'outil numérique : accessible n'importe où, n'importe quand.....	24
c. Les retours sur les thèses multimédia.....	25
Deuxième partie : La réalisation de cas cliniques sur la plateforme Moodle.....	27
1. Introduction	27
2. Matériels et méthodes	28
A. L'acquisition de contenu pour les cas cliniques.....	28
a. Photographies de l'appareil reproducteur	29
b. Images échographiques de l'appareil reproducteur	29
B. Le choix des thématiques abordées et du public visé	31
C. Réalisation de fiches sur les thématiques sélectionnées	32
D. L'élaboration des cas cliniques	33
3. Résultats : Monographie des cas cliniques réalisés.....	34
A. Cas n°1 : T : un cas d'insémination avec une dose unique de sperme congelé	34
a. Commémoratifs.....	34
b. Anamnèse.....	34
c. Point bibliographique sur les grades d'œdème utérin en échographie transrectale	36
d. Point bibliographique sur la croissance folliculaire pré-ovulatoire	38
e. Echographie transrectale	39
f. Point bibliographique sur les différentes méthodes de conservation du sperme.....	40
g. Point bibliographique sur les différentes méthodes d'induction pharmacologique de l'ovulation	42
h. Point bibliographique sur les protocoles d'insémination en sperme congelé	43
i. Induction et suivi de l'ovulation de T.	45

<i>B. Cas n°2 : Sortie d'œstrus saisonnier et transition printanière</i>	46
a. Commémoratifs.....	46
b. Anamnèse.....	46
c. Point bibliographique sur l'œstrus saisonnier et les transitions	47
d. Echographie transrectale du 26/02 : œstrus saisonnier.....	48
e. Echographie transrectale du 18/03 : transition printanière	49
f. Examen échographique du 15/04 : période de reproduction.....	49
g. Autres causes d'œstrus	50
<i>C. Cas n°3 : Endométrite post-insémination</i>	51
a. Commémoratifs.....	51
b. Anamnèse.....	52
c. Point bibliographique sur l'endométrite post-insémination ou post-saillie	52
d. Examen échographique du 10/03	53
e. Examen échographique et palpation vaginale du 11/03.....	54
f. Point bibliographique sur la prévention des endométrites persistantes post-insémination.....	57
g. Induction de l'ovulation et insémination de S. le 11/03 matin.....	58
h. Contrôlé échographique du 11/03 après-midi	59
i. Point bibliographique sur la prise en charge de l'endométrite post-insémination.....	61
j. Evolution échographique du liquide utérin le 12/03 après-midi	62
<i>D. Accès aux cas cliniques</i>	64
Conclusion	65
Liste des références bibliographiques	67
Annexe 1 : Fiche Anatomie de l'appareil reproducteur de la jument	73
Annexe 2 : Fiche Cycle de la jument et rôle des hormones	81
Annexe 3 : Fiche Gestation et développement embryonnaire	89

Liste des figures

Figure 1 : Compétences spécifiques et transversales du vétérinaire, extrait du référentiel national de formation vétérinaire (2018)	23
Figure 2 : Etapes de la construction d'un cas clinique (Elsevier, 2023b).....	33
Figure 3 : Jument en lordose, émettant des jets d'urine (Brinsko <i>et al.</i> , 2010)	35
Figure 4 : Ovaire gauche avec un follicule de 34 mm	35
Figure 5 : Œdème utérin de grade 0/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)	36
Figure 6 : Œdème utérin de grade 1/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)	37
Figure 7 : Œdème utérin de grade 2/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)	37
Figure 8 : Œdème utérin de grade 3/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)	37
Figure 9 : Œdème utérin de grade 4/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)	38
Figure 10 : Œdème utérin de grade 5/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)	38
Figure 11 : Evolution du diamètre folliculaire pré-ovulatoire (Ginther <i>et al.</i> , 2008)	39
Figure 12 : Corne utérine en coupe transversale, œdème utérin de grade 2/5	39
Figure 13 : Follicule de 40 mm dans l'ovaire gauche	40
Figure 14 : Utérus et lieux d'insémination simple ou profonde (Samper <i>et al.</i> , 2008)	45
Figure 15 : Corps jaune dans l'ovaire gauche.....	46
Figure 16 : Utérus homogène en coupe longitudinale.....	48
Figure 17 : Oaires gauche et droit avec des petits follicules de 15 à 20 mm	48
Figure 18 : Follicule de 34 mm dans l'ovaire droit.....	49
Figure 19 : Corps jaune dans l'ovaire droit	50
Figure 20 : Résumé des différentes causes d'anœstrus, (McKinnon <i>et al.</i> , 2011).....	51
Figure 21 : Corne utérine gauche en coupe transversale (œdème utérin de grade 2/5)	53
Figure 22 : Corne utérine droite en coupe transversale (œdème utérin de grade 2/5)	54
Figure 23 : Corps utérin en coupe longitudinale.....	55
Figure 24 : Follicules de 41 mm (image de gauche) et 32 mm (image de droite) dans l'ovaire gauche	56
Figure 25 : Petit follicule de 22 mm dans l'ovaire droit.....	56

Figure 26 : Liquide utérin de 4 cm de hauteur, 6 heures après l'insémination (Canisso <i>et al.</i> , 2016)	59
Figure 27 : Follicule de 41 mm dans l'ovaire gauche	60
Figure 28 : Œdème utérin pathologique de grade 5/5 (Betsch, 2024)	60
Figure 29 : Liquide utérin de 1 cm de hauteur	63
Figure 30 : Corps jaune dans l'ovaire droit	63
Figure 31 : Absence de liquide utérin le 13/03	64

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bilan des principales formations par simulation mises en œuvre dans les ENV (Vanelle A-M, Saï P, 2017).....	22
Tableau 2 : Particularités observées chez les juments échographiées	28
Tableau 3 : Paramètres suivis lors des échographies transrectales des juments.....	30
Tableau 4 : Caractéristiques des différentes méthodes de conservation du sperme.....	41
Tableau 5 : Molécules permettant d'induire l'ovulation.....	42

Liste des abréviations

A5 : Cinquième année

AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens

AIS : Anti-inflammatoires stéroïdiens

CM : Cours magistral

cm : centimètres

ENV : Ecole Nationale Vétérinaire

EnvA : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

EVE : Plateforme pédagogique de l'EnvA

Ex : Exemple

Mm : Millimètres

TD : Travail dirigé

TP : Travail pratique

UC : Unité de compétence

VetSims : Plateforme de simulation médicale vétérinaire de l'EnvA

WiFi : Wireless fidelity

Introduction

L'enseignement vétérinaire repose à la fois sur l'acquisition de connaissances, mais aussi de compétences (Agreenium, 2018). La scolarité dans une école nationale vétérinaire française est scindée en trois années d'apprentissage théorique et deux années d'apprentissage pratique. Afin de s'inscrire dans l'avancée pédagogique que connaît notre société, l'enseignement vétérinaire est en évolution privilégiant des méthodes de pédagogie active, et l'utilisation d'outils numérique comme outil pédagogique. Ces nouvelles méthodes pédagogiques permettent aussi de s'adapter à une augmentation constante du nombre d'étudiants vétérinaires par promotion. Les objectifs de l'enseignement vétérinaire en France sont de former plus d'étudiants vétérinaires, de les sensibiliser à différentes disciplines, notamment la pratique équine qui connaît un faible nombre de praticiens sur le terrain (3 % des vétérinaires inscrits à l'Ordre), de les rendre acteurs de leur apprentissage et de développer leur sens clinique (Conseil national de l'Ordre des vétérinaires, 2023).

C'est dans cet élan de recherche d'amélioration de l'enseignement vétérinaire que l'hôpital virtuel des carnivores domestiques de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (EnvA) voit le jour grâce à Maxime Kurtz et de Florian Wuillemain en 2017. Par la suite, le développement de l'hôpital virtuel équin de l'EnvA permet de rendre cette discipline plus attractive et de proposer des ressources d'apprentissage concernant des pathologies équines. Différents thèmes de la pratique équine sont abordés à travers les thèses multimédia : les coliques (Bouchet, 2020), les techniques de castration (Daoudi, 2020), les boiteries postérieures (Magnier, 2023), les pathologies respiratoires (Amar, 2023), ainsi que les pathologies musculaires (Bruncher, 2024). La reproduction équine n'avait pas encore été abordée à travers les thèses multimédia. D'autre part, la première compétence énoncée dans la description du vétérinaire équin est le « suivi gynécologique des futures mères (échographie, insémination, transfert d'embryon) (Conseil national de l'Ordre des vétérinaires, 2023).

Ce travail s'inscrit donc dans la continuité des thèses multimédia déjà disponibles pour les étudiants de l'EnvA, dans le but de leur proposer des cas cliniques, accompagnés de rappels de connaissances théoriques en reproduction équine. L'objectif est de leur donner accès à des cas rencontrés dans la pratique courante d'un vétérinaire équin et de les aider à mieux appréhender une matière dont la quantité de cours et d'enseignement pratique est inférieure aux autres matières (médecine, chirurgie notamment) en spécialité équine à l'EnvA.

Trois cas cliniques ont été réalisés dans cette thèse, ainsi que trois fiches concernant des notions clés en reproduction équine. Les cas cliniques sont disponibles sur la page EVE des thèses multimédia sous forme de questionnaires, et sont illustrés grâce à des images échographiques obtenues à partir du troupeau pédagogique de juments d'Oniris. Pour y accéder, il faut se connecter

sur EVE avec ses identifiants personnels, et suivre le cheminement « Formation initiale » ; « UC0602 – Thèse d'exercice vétérinaire » ; « Thèse multimédia » ; « 2024 - SIMONNET-SOUCH1L Clélia – Elaboration de cas cliniques à visée pédagogique en reproduction équine ». Le lien d'accès direct à la page est : <https://eve.vet-alfort.fr/course/view.php?id=865>.

Première partie : L'importance des cas cliniques dans l'apprentissage de la reproduction équine à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

1. Les méthodes d'enseignement et d'apprentissage : une évolution perpétuelle

A. Quelques définitions

Les définitions de certains termes du lexique pédagogique sont rappelées dans cette section.

L'enseignement est défini comme une « action, manière d'enseigner, de transmettre des connaissances » (Larousse, 2024). Cette transmission de connaissance est permise par la pédagogie, définie par « l'ensemble des méthodes utilisées pour éduquer les enfants et les adolescents » (Larousse, 2024), ou encore par « une pratique éducative dans un domaine déterminé ; une méthode d'enseignement » (Larousse, 2024).

L'apprentissage est « le fait d'apprendre un métier manuel ou technique », mais est aussi défini par des « modifications durables du comportement d'un sujet grâce à des expériences répétées » (Le Robert, 2024). L'apprentissage a donc une place importante dans le métier de vétérinaire praticien, qui nécessite l'utilisation quotidienne des mains mais aussi de techniques dans différents domaines (médecine, chirurgie, imagerie, reproduction...).

Au sein du cursus vétérinaire, l'enseignement prend particulièrement place durant les quatre premières années, alors que l'apprentissage se fait à travers les stages externalisés, la cinquième année en clinique et se poursuit tout au long de la carrière d'un vétérinaire grâce aux « expériences répétées ».

B. Les méthodes pédagogiques

D'après la définition précédente de la « pédagogie », il existe une multiplicité de méthodologie, ce qui complexifie leur classification. La « méthode pédagogique » est elle-même définie comme une « organisation codifiée de techniques et de moyens ayant pour but de faciliter l'action éducative » (Raynal et Rieunier, 2014). La méthode pédagogique n'est donc pas unique, et elle illustre la relation

entre trois acteurs : l'enseignant, les élèves et le savoir (Raynal et Rieunier, 2014). Cette vision triangulaire de la méthode pédagogique qui implique la participation de ces trois acteurs, est pourtant remise en question par certaines méthodes pédagogiques traditionnelles qui excluent parfois un acteur. (Duguet et Morlaix, 2018)

Une classification binaire des méthodes pédagogiques permet de distinguer les méthodes traditionnelles dites « passives » dans lesquelles l'acteur principal est l'enseignant, et les méthodes participatives dites « actives » dans lesquelles l'acteur principal est l'élève. La pédagogie passive est la transmission unidirectionnelle du savoir d'un enseignant à un élève, sans échange. La pédagogie active, quant à elle, place l'élève au cœur de son apprentissage, et en interaction avec les autres étudiants et l'enseignant. Le slogan anglais « learning by doing » illustre parfaitement ces méthodes pédagogiques actives.

Pour illustrer ces méthodes au sein du cursus vétérinaire, nous désignerons « l'étudiant » plutôt que l'élève, qui se réfère mieux à l'enseignement supérieur. Les méthodes pédagogiques passives sont par exemple les cours magistraux en amphithéâtre, où l'enseignant est orateur. Les méthodes actives sont par exemple les travaux de groupe, les travaux dirigés (TD) (encadrement étroit par l'enseignant d'une activité des élèves), les travaux pratiques (TP), les quizz d'auto-formation sur une plateforme pédagogique en ligne...

C. L'évolution de l'enseignement

L'enseignement universitaire est décrit traditionnellement comme « l'exposé magistral de la connaissance qui constitue le seul objet du cours, sans autre considération » (Albero, 2011). Au début du XXème siècle, Charles Péguy explique que « tout enseignement tend à communiquer de la connaissance à des élèves », et il affirme que l'enseignement supérieur « fait passer avant tout la considération de la connaissance » et qu' « il n'a pas à se préoccuper des élèves » (Albero, 2011). Cette ancienne vision de l'enseignement écarte un acteur fondamental de la relation triangulaire nécessaire à la pédagogie, à savoir l'étudiant.

L'enseignement aujourd'hui est en pleine évolution et la préoccupation pédagogique vient bousculer le modèle de transmission directe décrit au siècle dernier.

a. S'adapter à un public de plus en plus nombreux

Les changements sociétaux vers « une université de masse, dans les années 1970 » conduisent à « accueillir puis à soutenir des publics toujours plus nombreux et d'une telle diversité qu'il devient impossible de les gérer dans les cadres traditionnels » (Albero, 2011).

Les quatre écoles nationales vétérinaires françaises (ENV Alfort, Lyon/VetAgroSup, Nantes/Oniris et Toulouse), assistent à une augmentation de la taille des promotions pour répondre

à un besoin croissant de vétérinaires sur tout le territoire français (Oniris, 2022). En effet, avant 2017, 480 étudiants diplômés sortaient des ENV soit en moyenne 120 étudiants par école. En 2017, le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire décide d'augmenter à 550 le nombre d'étudiants des quatre écoles, soit en moyenne 137,5 étudiants par école (L'Etudiant, 2016). En 2022, 668 étudiants sont accueillis, soit en moyenne 167 étudiants par école (La Dépêche Vétérinaire, 2018). Le dernier communiqué de presse du Ministère datant de novembre 2022 affirme que les quatre écoles vétérinaires accueilleront 180 étudiants par promotion d'ici 2025, correspondant alors à une augmentation de 50 % depuis 2017 (Oniris, 2022). En parallèle de l'augmentation du nombre de places dans les écoles publiques, l'Ecole vétérinaire privée UniLaSalle Rouen voit le jour en septembre 2022 et accueille 120 étudiants la première année (UniLaSalle, 2023). L'ouverture de cette nouvelle université illustre aussi la volonté d'attirer plus d'étudiants vers la profession vétérinaire.

Des nouveaux moyens sont alors mis en place pour adapter l'enseignement aux problématiques qu'impose l'augmentation du nombre d'étudiants : les enseignements magistraux en amphithéâtre permettent la présentation de cours à un public nombreux. Mais la participation des étudiants aux cours magistraux est très variable et les étudiants sont de plus en plus réticents à ce format d'enseignement passif. Pour répondre à ce manque d'implication des étudiants, une solution est la division de la promotion en petits groupes lors des TD et TP, qui permettent une participation active de la part des étudiants.

b. Favoriser la pédagogie active

Les nouveaux modèles de pédagogie active « placent l'acteur au centre de son action et en relation interdépendante avec son environnement » (Albero, 2011).

La pédagogie active permet à l'étudiant d'être acteur principal de son apprentissage, en favorisant les échanges et questionnements entre étudiants et enseignants, mais aussi en lui laissant la liberté de choisir ses méthodes d'apprentissage. L'explication de cette méthode aux enseignants est de « renverser la perspective en invitant tout d'abord le lecteur à décentrer son regard de la pédagogie pour l'orienter vers les deux grandes dynamiques personnelles qui jouent un rôle fondamental dans l'autodirection de l'apprenant ; c'est-à-dire vers la motivation de ce dernier et les stratégies d'autorégulation qu'il met en œuvre » (Raucent *et al.*, 2021). L'implication de l'étudiant décrite ici est fondamentale dans la méthode de pédagogie active.

« La notion de « formation » prend alors un sens plus significatif que dans les formules convenues, réduites à leur trait institutionnel (formation initiale et continue) pour se référer à une activité à la fois de transmission (à laquelle est souvent réduite l'activité d'enseignement) et d'acquisition (à laquelle est souvent réduite l'activité d'apprentissage). » (Albero et Charignon, 2008).

La formation dans ce contexte de pédagogie active se doit transitive (former autrui dans l'attention à la qualité du processus d'acquisition), passive (être formé par un référent intellectuel et moral) et réflexive (se former soi-même dans la prise en charge consciente et méthodique de l'engagement nécessaire à la réussite) (Albero et Charignon, 2008). L'approche réflexive décrite ici consiste à analyser, à penser son action d'apprendre et permet ainsi à l'étudiant de conceptualiser son apprentissage. Elle montre aussi la nécessité de prise de recul sur son apprentissage. Cette notion est une clé dans l'apprentissage moderne et permet l'investissement de l'étudiant dans sa formation.

La pédagogie active dans l'enseignement supérieur passe notamment par les TD et TP. Ces formats semblent mieux convenir aux étudiants mais complique en revanche le travail de l'enseignant, qui répète plusieurs fois le même TD, et multiplie ainsi ses heures de cours. Nous verrons par la suite comment les outils numériques au service de l'auto-apprentissage permettent de répondre au besoin de pédagogie active, tout en limitant les heures de cours des enseignants.

c. L'évolution de l'enseignement avec le développement du numérique

L'émergence du numérique dans notre société, et donc dans l'enseignement a motivé le développement de recherches dans ce domaine depuis les années 1990.

En parallèle de l'évolution des méthodes d'enseignement, l'université voit apparaître une multitude de nouveaux supports d'apprentissage grâce au numérique. Dans un rapport de l'Agence de Mutualisation des Universités et des Établissements (AMUE), Brigitte Albero montre « qu'un renouvellement des pratiques d'enseignement et d'apprentissage est en cours, laissant envisager une transformation du rapport aux savoirs, mais aussi, en conséquence, des modalités de diffusion et d'acquisition de ces savoirs » (Albero et Charignon, 2008).

La présence du numérique dans l'enseignement est une conséquence directe de son développement dans la société. Des modifications profondes sont nécessaires pour permettre l'utilisation productive du numérique dans l'enseignement, tout en limitant les effets indésirables. « L'étendue des bouleversements sociaux et culturels ne cessant, dans tous les domaines, de déplacer et de modifier les problématiques, la question pour l'université française est de définir, en l'état actuel, dans quelle mesure elle est prête à assumer les mutations nécessaires pour s'engager dans l'ère du numérique, et à quels prix. » (Albero et Charignon, 2008).

2. Les nouvelles technologies : un nouveau support de pédagogie

A. Les outils numériques comme outils pédagogiques

Le numérique est décrit comme « un levier pouvant contribuer à la rénovation des pratiques d'enseignement à l'université » (Duguet et Morlaix, 2018). En effet, il permet la « diversification des méthodes pédagogiques et des modes d'accès aux contenus et aux services pédagogiques » (Duguet et Morlaix, 2018) et devient un outil primordial dans l'apprentissage des étudiants en études supérieures.

Dans le cadre de la pédagogie active, la communauté Européenne lance un programme intitulé « Logiciels éducatifs et multimédia » en 1997 et affirme que « le multimédia a démontré son efficacité pédagogique dans le cadre de nombreuses expériences pilotes. Son intégration dans les pratiques ne pourra cependant se réaliser sans que les approches pédagogiques innovantes trouvent une meilleure écoute institutionnelle et sociale. C'est ainsi qu'il trouvera sa place dans le cadre général de la mutation des systèmes éducatifs » (Depover et Strebelle, 1998). En effet, les nouvelles technologies sont parfois difficiles à être acceptées comme outil de l'enseignement supérieur. Il s'agit alors de trouver des méthodes pédagogiques adaptées à ces nouveaux outils numériques pour en tirer les meilleurs bénéfices possibles dans l'enseignement.

B. La limite des nouvelles technologies dans l'enseignement

Les outils pédagogiques tendent à suivre les avancées technologiques que connaît notre Monde actuel, mais les raisons de la quête aux technologies innovantes comme nouveaux outils pédagogiques suscitent des questionnements.

Les nouvelles technologies dans l'enseignement connaissent un engouement et reflètent parfois l'envie de suivre une course à la modernisation des universités, plutôt que de proposer de nouveaux outils adaptés à des méthodes pédagogiques réfléchies. En effet, l'introduction de nouvelles technologies « vise à mettre en valeur la capacité d'adaptation et de modernisation des établissements » (Albero, 2011). Il est important de penser l'utilisation de ces nouvelles technologies pour les mettre au service de l'enseignement, elles doivent être un outil d'application pour les méthodes pédagogiques, et ne peuvent en aucun cas s'y substituer.

De plus, ces nouvelles technologies semblent accroître « les charges de travail pour les enseignants, associées aux remises à jour des contenus et des supports de formation » (Albero, 2011). Les enseignants n'ont pas systématiquement de formations dédiées à l'utilisation de ces nouveaux supports numériques, et sont de plus en plus sollicités pour enrichir les contenus

pédagogiques numériques. La valorisation des activités e-pédagogiques, déjà pratiquée par l'université de Claude Bernard, pourrait être une piste pour dynamiser la création de contenu multimédia à visée pédagogique (Albero et Charignon, 2008).

De même que pour les enseignants, des difficultés du côté des étudiants semblent être soulevées à cause d'« une prolifération d'offres et de possibles » (Albero, 2011) proposés par ces nouvelles technologies dans l'apprentissage. La transition actuelle vers le numérique implique l'utilisation croisée de supports non numériques (polycopiés, prises de notes de cours magistraux et de travaux dirigés) et de supports numériques (supports de présentation de CM ou TD en ligne, quizz en auto-formation), et complique parfois l'acquisition des connaissances par l'étudiant. De plus, les problématiques liées au temps passé devant les écrans sont aussi présentes dans l'enseignement par le numérique. Au-delà des effets sur le bien-être (détérioration de la qualité du sommeil, fatigue), le temps passé sur les écrans est associé au manque de concentration des étudiants (Nicolle-Mir, 2019). La difficulté de concentration, associée à un travail en distanciel hors d'un cadre scolaire géographique, affecte aussi l'état émotionnel de l'étudiant et peut ainsi augmenter le stress, l'anxiété, l'ennui et le manque de productivité (Lepp *et al.*, 2022).

Bien que les supports numériques présentent de nombreux avantages, ils restent un outil d'auto-formation, où l'étudiant est seul devant sa formation, et doit donc pouvoir trouver la motivation nécessaire. On en revient à l'importance d'une approche réflexive exposée au paragraphe I. C.b., qui permet à l'étudiant d'avoir le recul nécessaire pour aborder sa formation.

3. L'apport des cas cliniques dans l'apprentissage de la reproduction équine

A. La reproduction équine : quelle place dans le quotidien d'un praticien équin ?

Parmi les 20 844 vétérinaires inscrits à l'Ordre en 2023, seulement 15,9 % déclarent avoir une activité équine (Observatoire national démographique de la profession vétérinaire, 2023).

Bien que souvent perçue comme spécialisée, la pratique équine est en réalité exercée majoritairement par des vétérinaires praticiens mixtes (Observatoire national démographique de la profession vétérinaire, 2023). Parmi les 3 315 vétérinaires ayant déclaré une activité équine en 2023, seulement 21,1 % exercent exclusivement en équine, et 15,2 % exercent en mixte à prédominance équine ; alors que la grande majorité (63,8 %) exercent une activité équine de manière occasionnelle (Observatoire national démographique de la profession vétérinaire, 2023).

D'autre part, le bilan statistique de la filière équine française de 2023 de l'Institut Français du Cheval et de l'Équitation (IFCE) illustre bien l'omniprésence de la reproduction dans la pratique équine. En France, 1 035 000 équidés sont recensés en 2022, majoritairement répartis en Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Auvergne-Rhône-Alpes et Pays de la Loire. Si on s'intéresse particulièrement à la reproduction équine, le nombre de juments saillies en 2022 est de 81 206, en augmentation depuis 2016. Les éleveurs, au nombre de 33 988 en 2022, ont pour $\frac{3}{4}$ d'entre eux moins de deux juments (Institut français du cheval et de l'équitation, 2023). Cette donnée intéressante permet de montrer que la majorité des éleveurs sont amateurs, et que les vétérinaires de terrain peuvent être de plus en plus sollicités pour des questions de reproduction et des suivis gynécologiques de juments.

Ces données illustrent l'importance pour tous les vétérinaires, surtout ceux qui exerceront une activité mixte d'avoir un enseignement sur la pratique équine, notamment en reproduction.

B. Etat des lieux de l'enseignement de la reproduction équine à l'EnvA

Durant les cinq années de formation (2^{ème} année à 6^{ème} année) à l'EnvA, l'enseignement théorique et pratique dans la discipline équine est minoritaire par rapport aux disciplines canine et rurale. Ce faible ratio peut s'expliquer par la faible proportion de vétérinaires équins parmi tous les vétérinaires exerçant en clientèle. D'autre part, au sein de l'enseignement en équine, la reproduction représente moins de dix-pour-cent (moins de 10 % des TD sont consacrés à la reproduction équine lors de la rotation clinique d'équine de 5^{ème} année). Rappelons que durant le cursus vétérinaire, les trois premières années de tronc commun (2^{ème} année à 4^{ème} année) correspondent à un enseignement théorique, alors que la 5^{ème} année est une année de pratique, visant à développer les compétences au sein du milieu hospitalier.

L'enseignement de reproduction équine à l'EnvA se répartit en trois unités de compétences (UC) :

- UC 0317 « Connaissance et Maitrise de la reproduction », enseignée au premier semestre de 3^{ème} année,
- UC 0325 « Elevage Chien, Chat, Equin, NAC », enseignée au deuxième semestre de 3^{ème} année,
- UC 0521 « Médecine et Chirurgie des Equidés », enseignée au sein du semestre « Grands animaux et Santé Publique Vétérinaire » durant la 5^{ème} année, correspondant à l'année de clinique.

Il conviendra de souligner que l'enseignement théorique de la reproduction équine n'est pas exclusif au sein des deux UC 0317 et 0325. En effet, la reproduction équine représente une petite partie de ces UC, la majorité de l'enseignement étant concentré sur la canine ou la bovine.

Pour chaque UC, des objectifs clairs sont mis à disposition des étudiants via EVE : la plateforme pédagogique de l'EnvA.

a. UC 0317 « Connaissance et Maîtrise de la reproduction »

Cette UC a pour objectif d'enseigner les bases de l'histologie et de la physiologie de la reproduction des Mammifères. Cette unité de compétence se divise en trois parties :

- 1) Cycle œstral et biotechnologies : comprenant six cours magistraux (CM), sept TD et un TP,
- 2) Mâle et déterminisme du sexe : comprenant huit CM, un TD et un TP,
- 3) De la fécondation à la lactation : comprenant six CM, et trois TD.

Les objectifs d'apprentissage de cette UC sont disponibles dans les informations générales sur la page EVE de l'UC. Le seul objectif d'apprentissage où apparaît la mention « Cheval » est explicité pour le CM nommé « Ethologie du Rapprochement Sexuel » : « Expliquer l'importance de la communication chimique dans l'attraction de partenaire (ex du cheval notamment) ». Dans cet objectif, le cheval fait l'objet d'un exemple pour illustrer une notion théorique du cours, mais n'est pas au centre de l'apprentissage.

En plus des CM, TD et TP dispensés aux étudiants, d'autres supports pédagogiques sont disponibles sur la page EVE de l'UC. Le polycopié disponible regroupe les notions à maîtriser pour cette unité de compétence et est principalement illustré grâce à la vache, puisque toute la description du cycle sexuel se base sur l'espèce bovine. Le cycle de la jument est décrit en trois pages au sein du chapitre « Cycle œstral – Particularités spécifiques ». La physiologie de la gestation est décrite de manière commune pour tous les Mammifères. Les connaissances spécifiques à la reproduction équine acquises grâce à ce polycopié sont les suivantes :

- Les particularités anatomiques de la jument et de son cycle œstral, notamment la périodicité des cycles,
- Les signes de chaleurs de la jument,
- La croissance folliculaire par vague, ainsi que l'existence d'une vague secondaire,
- Les hormones sexuelles au cours du cycle.

Parmi les supports mis à disposition en auto-apprentissage, aucun n'est destiné à l'espèce équine.

b. UC 0325 « Elevage Chien, Chat, Equin, NAC »

Cette UC a pour objectif d'enseigner les notions principales de l'élevage de différentes espèces rencontrées dans la profession vétérinaire. L'élevage du Cheval correspond à une partie entière d'enseignement de cette UC. Cinq objectifs de compétence spécifiques à l'espèce équine sont décrits pour faciliter à cibler l'apprentissage des étudiants :

- « Tenir compte des aspects économiques des filières équine sport et viande pour proposer des traitements et des interventions aux propriétaires, éleveurs, clubs hippiques clients en fonction de la valeur et de l'utilisation des animaux »,
- « Gérer la reproduction des juments et des étalons en bonne santé chez un propriétaire, dans un haras privé, dans un haras pratiquant la monte publique »,
- « Conseiller un propriétaire pour le choix d'un étalon en vue d'améliorer les performances du produit d'un accouplement »,
- « Identifier les caractéristiques du logement du cheval susceptibles d'avoir un effet négatif sur son bien-être et sa santé »,
- « Contrôler l'identité d'un cheval : vérifier la compatibilité entre les éléments décrits dans le document d'identification du cheval et les caractéristiques de l'animal présenté ».

Ces objectifs ne portent pas tous sur la reproduction équine mais balayent aussi d'autres notions. Pour répondre à ces derniers, huit CM dont un seul porte sur la « Reproduction équine » et deux TD dont un seul porte sur la « Reproduction équine » sont dispensés aux étudiants.

Des vidéos sont aussi disponibles pour compléter l'enseignement en reproduction équine, portant sur les « Signes comportementaux des chaleurs chez la jument », l'« échographie d'une jument en chaleurs proche de l'ovulation », l'« échographie d'une jument en dioestrus (corps jaune) », l'« échographie d'une jument pleine (30 jours) » et le « poulinage normal ».

Un test de connaissance disponible en libre accès sur la page de l'UC permet aussi aux étudiants de tester leurs acquis en reproduction équine.

L'enseignement théorique en reproduction équine dispensé à l'EnvA grâce aux deux UC précédemment décrites est complété par un enseignement pratique lors de la rotation clinique de 5^{ème} année à l'Hôpital des Equidés.

c. UC 0521 « Médecine et Chirurgie des Equidés »

Au sein de cette unité de compétence clinique, un TD de reproduction équine est dispensé aux étudiants par Dr Marta Dordas-Perpinya. Il se divise en trois parties, visant à rappeler :

- 1) La physiologie du cycle
- 2) La physiologie de la gestation
- 3) La gestion du cycle et insémination

La partie pratique de la reproduction équine, qui pourrait être envisagée par l'examen des voies génitales de juments, la palpation transrectale ou encore l'échographie transrectale, n'est aujourd'hui pas réalisée à l'EnvA du fait du faible nombre de juments de travaux pratiques, par

rapport au nombre d'étudiants en cinquième année. De plus, le bien-être animal est aujourd'hui au cœur de notre métier et la palpation transrectale peut être considérée comme un geste modérément invasif. Une variable difficilement modulable est celle de l'augmentation du nombre d'étudiants dans les groupes de TP. L'émergence de la plateforme de simulation médicale vétérinaire VetSims permet la mise à disposition de modèles inertes, et répond à cette demande croissante de formation. Bien que cela ne remplace pas la pratique sur le vivant, cet outil permet d'abord de maîtriser la gestuelle sur du matériel inerte, sans aucun risque pour l'animal.

C. L'importance de cas cliniques dans la formation vétérinaire

a. La pédagogie active dans la pédagogie de la santé

Comme développé précédemment, la pédagogie active connaît un essor parallèle aux nouvelles technologies ces dernières décennies. Elle est « devenue un concept clé dans l'éducation, particulièrement en ce qui concerne la formation des futurs professionnels de la santé » (Elsevier, 2023a).

En effet, cette méthode pédagogique s'applique particulièrement bien à la formation des métiers de la santé puisqu'elle permet l'implication des étudiants dans leur apprentissage et sollicite l'échange entre enseignants et étudiants dans l'acquisition de connaissances en quantité nombreuse.

Dans les principes de pédagogie active, les cas cliniques sont décrits comme « des outils puissants pour immerger les étudiants dans des situations de soins de santé complexes » (Elsevier, 2023a). Ils permettent en effet de développer des compétences professionnelles de santé, en plus des connaissances théoriques souvent enseignées en pédagogie passive.

b. L'utilisation des cas cliniques par les ENV

Les ENV connaissent les mêmes évolutions que la société actuelle : « d'une part la révolution numérique qui impacte la profession vétérinaire et à laquelle elles doivent préparer les étudiants, d'autre part l'évolution des standards pédagogiques. » (Vanelle et Saiï, 2017).

C'est dans ce contexte que le ministère de l'agriculture demande en 2017 de « conduire une mission de conseil sur les applications dans les ENV françaises des méthodes de formation par les techniques de simulation ». Outre les techniques de simulation à l'aide de mannequins animaux énoncées précédemment (I.1.B.b.c), ce texte met en avant l'importance des cas cliniques dans la formation vétérinaire. Un des enjeux dans la pédagogie active appliquée à la médecine vétérinaire est la mobilisation des connaissances mais aussi le développement d'un raisonnement clinique face à des cas concrets de notre métier. Du fait du nombre d'étudiants grandissant par promotion (I.1.b.a) et des préoccupations essentielles concernant le bien-être animal, les cas cliniques sur animaux

vivants sont de plus en plus questionnables. En effet, « s'ajoutent des considérants éthiques et sociétaux qui ont réduit l'utilisation d'animaux vivants aux seules fins de formation des élèves. Le secteur de la santé vétérinaire se rapproche ainsi du principe en vigueur en santé humaine, 'Jamais la première fois sur le patient'. » Les cas cliniques virtuels sont donc une alternative permettant « de compléter l'enseignement clinique par des exercices en milieu protégé, offrant un droit à l'erreur et permettant de progresser à partir des débriefings [...] ». (Vanelle et Sai, 2017). D'après le Tableau 1 résumant les « principales formations par simulation mises en œuvre dans les ENV », les quatre ENV mettent à disposition des cas cliniques par simulation informatique interactive, s'apparentant à des « serious games ». L'EnvA, en particulier, développe un hôpital virtuel, regroupant une multitude de cas cliniques dans différents domaines, grâce à l'ensemble des thèses multimédia. Ainsi : « Le contact familial et répété durant le cursus avec la simulation, qui est de plus en plus combinée au numérique, s'inscrit bien dans une démarche d'accompagnement de la révolution numérique dans la profession vétérinaire. Le développement de scénarios utilisant la réalité virtuelle, que l'on pourrait juger futuristes, est déjà une réalité en santé humaine. » (Vanelle et Sai, 2017)

Tableau 1 : Bilan des principales formations par simulation mises en œuvre dans les ENV (Vanelle A-M, Saï P, 2017)

	ENVA	ENVT	VetAgroSup	Oniris
Plateforme unique pour apprentissage de gestes élémentaires	Salle VetSims, mise en place 2015	Actions disciplinaires isolées (cf texte)	Actions disciplinaires isolées (cf texte)	Salle VirtualVet, mise en place 2012
Mannequins « basse fidélité » pour apprentissage d'actes médicaux ou obstétricaux	-	Module « colon » de « Haptic horse » pour anatomie	- Mannequin « Jerry », acquisition en 2017 - Equipement « Pelvis Breed'n Betsy », acquisition en 2011	- Vache « Haptic cow ND », acquisition en 2014 - Cheval « Haptic horse ND », acquisition en 2013
Consultations simulées standardisées avec scénarii et comédiens professionnels	- Salle VetSims Com'Alfort de formation à la communication clinique, mise en place en 2015. Co-financement : Chaire d'entreprise Zoetis Purina - « Business games » en création et gestion d'entreprise, développés en 2014	-	-	Salle VirtualVet de formation à la consultation clinique, mise en place en 2012. Cofinancement : Chaire d'entreprise Hill's
Tutoriels numériques inactifs de simulations en physiologie et en pharmacodynamie	-	-	-	Tutoriels informatisés interactifs en TP : - cardiovasculaire « virtual rat and cat », acquis en 2010 - « Neuron » d'électrophysiologie, acquis en 2007
Programmes de simulation de visite d'élevage	-	-	-	Logiciel « Qualilait » : cas cliniques dans des troupeaux (mammites..) Acquisition en 2006
Mannequins à « très haute-fidélité » pour formation en réanimation	-	-	-	Salle VirtualVet Critical Care avec mannequin SimBaby, mise en place en 2013. Cofinancement Chaire d'entreprise avec Crédit Agricole
Simulateurs « haute fidélité » pour apprentissage chirurgical	-	Imprimante 3D couplée à imagerie pour préparation d'opérations orthopédiques	-	- Simulateur tactile à retour de force LAPsim de « Symbionix », acquis en 2015 - Imprimante 3D couplée à imagerie pour préparation d'opérations orthopédiques
« Cas cliniques scénarii virtuels »	+ Cas cliniques en formation continue dans 'hôpital virtuel' du site alforpro, 2107	+	+	+
Dispositifs numériques interactifs de formation en histologie et cytologie	-	-	-	Système « Case Center » de « Sysmex », acquis en 2013
Programmes 3D de formation à l'anatomie	-	-	-	Atlas 3D « Anatoplus » d'anatomie du chien. 2017
Réalité virtuelle ou augmentée avec scénarii (type jeux vidéo)	-	-	-	-

D'autre part, la formation vétérinaire en France s'appuie sur un référentiel de compétences remis (Figure 1, Agreenium, 2018), commun aux ENV françaises, afin de satisfaire les exigences de la directive européenne 2005/36/EC amendée par la directive 2013/55/EU et son annexe V.4.1, ainsi que lignes directrices de l'Association Européenne des Établissements d'Enseignement Vétérinaires (AEEEV - version Uppsala 2016). Il est défini que « Une compétence est un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes. Les ressources internes sont notamment celles qui sont directement liées à l'étudiant (ses

connaissances=savoir, ses habiletés=savoir-faire, ses qualités=savoir-être). Les ressources externes sont constituées par des éléments extrinsèques que l'étudiant pourra utiliser pour construire une compétence (la bibliographie, les réseaux de personnes, les outils et matériels à disposition...) » (Agreenium, 2018).

Figure 1 : Compétences spécifiques et transversales du vétérinaire, extrait du référentiel national de formation vétérinaire (2018)

COMPETENCES SPECIFIQUES DU VETERINAIRE

Conseiller – Prévenir

Le vétérinaire conseille sur la santé et le bien-être de l'animal, l'entretien et la gestion de l'élevage des animaux, notamment en matière de médecine préventive, individuelle ou collective. Il applique, conseille sur et fait appliquer les principes de la biosécurité en particulier en exercice vétérinaire et en élevage.

Etablir un diagnostic

Le vétérinaire recueille des informations, formule des hypothèses, les hiérarchise et établit un diagnostic dans le but de soigner un animal ou un groupe d'animaux. A cette fin, il peut notamment réaliser des examens complémentaires. Il sait par ailleurs appliquer cette démarche diagnostique à d'autres situations professionnelles.

Soigner-Traiter

Le vétérinaire propose et met en œuvre des protocoles de soins et des traitements, médicaux ou chirurgicaux, dans le respect des enjeux de santé publique et des bonnes pratiques professionnelles.

Agir pour la santé publique

Le vétérinaire est une sentinelle et le garant de la santé animale, de la sécurité des aliments et des productions animales. Il agit selon le principe "une seule santé" (animale, humaine, environnement) afin de gérer les risques associés. Il promeut les principes de l'analyse scientifique des risques et assure ses missions de vétérinaire sanitaire. Ses actions concourent également à la protection de l'environnement et à la sécurité alimentaire.

COMPETENCES TRANSVERSALES

Travailler en entreprise

Le vétérinaire exerce son activité dans le cadre d'une entreprise principalement de nature vétérinaire et il est capable de prendre des initiatives ; il gère des aspects relatifs aux matériels et consommables, aux informations, aux finances, aux ressources humaines et à des projets. Les compétences liées au domaine de l'entrepreneuriat, de la gestion et du travail en équipe peuvent également être exercées dans d'autres contextes (administration, recherche, association ou autres types d'entreprises).

Communiquer

Le vétérinaire communique, à l'écrit et à l'oral, avec les clients, ses collègues et ses collaborateurs, avec les professionnels, les autorités compétentes et avec le grand public. Il sait utiliser un ensemble de moyens de communication qu'il adapte en fonction de ses objectifs et de ses interlocuteurs.

Agir en scientifique

Le vétérinaire applique une démarche scientifique. Il sait mener des recherches bibliographiques, pratique la médecine vétérinaire basée sur les preuves, encourage et/ou participe à la recherche clinique. Il peut par ailleurs exercer son activité professionnelle dans le domaine de la recherche.

Agir de manière responsable

Le vétérinaire est pleinement conscient de ses responsabilités éthiques et sociétales, notamment en matière de développement durable et de bien-être animal. Le vétérinaire applique les réglementations et les bonnes pratiques professionnelles de son domaine d'activité. En particulier lorsqu'il exerce la profession réglementée liée à l'exercice de la médecine et de la chirurgie vétérinaire, il applique le code de déontologie. Il sait s'adapter aux nouvelles connaissances, est conscient de ses limites et s'engage ainsi à se former tout au long de sa carrière professionnelle.

D. L'auto-apprentissage sur un outil numérique : une aide à l'enseignement

a. L'auto-apprentissage : être maître de son apprentissage

Les cours et exercices en auto-apprentissage se sont largement développés depuis la crise de la Covid-19 en 2020.

L'auto-apprentissage continue de grandir dans la formation vétérinaire, où les étudiants semblent apprécier la liberté de se former à leur rythme, tout en étant encadrés. En effet, l'auto-apprentissage permet un investissement de la part de l'étudiant, et peut être parfois plus gratifiant grâce aux retours et aux progressions visibles au fur et à mesure des tentatives. La réussite d'un auto-apprentissage ne dépend que de l'étudiant et permet donc une participation volontaire et non contrainte. Cet outil permet aussi après l'exposition des notions théoriques par un enseignant, de s'évaluer individuellement sur les notions comprises du cours, et d'en revoir les points les moins maîtrisés.

La réussite d'un auto-apprentissage comprend aussi la description claire des objectifs d'apprentissage, ainsi qu'un retour sous forme de notes ou de commentaires pour préciser les notions à améliorer.

b. L'outil numérique : accessible n'importe où, n'importe quand

A l'ère du numérique, l'utilisation de l'outil numérique comme support de l'auto-apprentissage est aujourd'hui incontournable. Il a l'avantage d'être accessible n'importe où et n'importe quand, donnant une grande liberté dans la formation. Il peut être proposé sur des créneaux horaires dédiés dans l'emploi du temps des étudiants, mais est aussi disponible en libre accès sur des périodes hors scolaires.

L'outil numérique a l'avantage d'être gratuit, sous réserve d'avoir un ordinateur à disposition et une connexion Wireless fidelity (WiFi). Les ENV mettent à disposition un réseau WiFi accessible à leurs étudiants pour permettre un accès à tous.

Depuis la crise de la Covid-19, le distanciel s'est aussi grandement développé et l'outil numérique est une des conditions à son bon fonctionnement.

A l'EnvA, l'outil numérique Moodle est une « plateforme d'apprentissage en ligne open source » assurant la formation continue des étudiants vétérinaires tout au long de leur cursus. Il permet de développer des modules d'e-learning pour favoriser l'auto-apprentissage décrit ci-dessus.

c. *Les retours sur les thèses multimédia*

Depuis 2012, des thèses multimédia sont réalisées à l'EnvA dans le but de fournir des supports pédagogiques en ligne (atlas d'imagerie, cas cliniques). Ces thèses permettent d'enrichir l'Hôpital virtuel des carnivores domestiques ou celui des Equidés.

Les retours sur ce format d'auto-apprentissage semblent plaire à la majorité des étudiants en cursus vétérinaire. Dans sa thèse, Julie Magnier indique que « les étudiants sont unanimes pour dire qu'ils apprécient ce concept » (Magnier, 2023).

Deuxième partie : La réalisation de cas cliniques sur la plateforme Moodle

1. Introduction

Dans un contexte de bouleversement des méthodes pédagogiques favorisant la pédagogie active, avec l'adaptation au numérique et l'accueil d'un nombre croissant d'étudiants à l'EnvA, nous avons décidé d'élaborer une thèse multimédia proposant aux étudiants un support d'apprentissage numérique gratuit sur le site EVE de l'EnvA.

Le manque de temps pédagogique dédié à la reproduction équine à l'EnvA ainsi que l'appréhension à l'apprentissage de cette matière a motivé l'élaboration de cas cliniques dans ce domaine.

D'autre part, compte-tenu des préoccupations éthiques et sociétales actuelles, les méthodes de formation de simulation (hôpital virtuel, VetSims) sont de plus en plus sollicitées, autant par l'Etat (I.3.c.b) que par les étudiants (Vanelle et Saï, 2017).

L'objectif de la création de ces cas cliniques est de compléter la formation des étudiants en reproduction équine, en auto-apprentissage grâce à une plateforme numérique accessible pour tous les étudiants de l'EnvA. Les objectifs de l'élaboration de ces cas cliniques sont les suivants :

- S'adapter à un public nombreux (dans un contexte d'augmentation des promotions)
- Proposer des cas cliniques didactiques et réalistes, en amont d'une formation pratique sur le vivant
- Mettre à profit une plateforme numérique gratuite, accessible partout et pour tous les étudiants de notre école
- Favoriser l'auto-apprentissage et l'implication de l'étudiant dans sa formation
- Répondre à un besoin en contenu pédagogique en reproduction équine
- Inciter à la découverte de cette matière souvent négligée ou mal-aimée, et peut-être développer un attrait pour la reproduction équine
- Fournir des connaissances et des images échographiques appliquées à la pratique de terrain de la reproduction équine
- Permettre l'implication des étudiants destinés à une pratique mixte, non spécialisée en équine

- Economiser les temps de présence en cours pour les enseignants de reproduction équine à l'EnvA
- Permettre à l'étudiant de s'auto-évaluer dans cette matière

2. Matériels et méthodes

A. L'acquisition de contenu pour les cas cliniques

En amont de l'élaboration des cas cliniques, une collecte de photographies de l'appareil génital femelle ainsi que d'images échographiques a été réalisée au service de reproduction d'Oniris, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes. Grâce au troupeau pédagogique de l'Ecole, un suivi gynécologique des juments par échographie transrectale a pu être entrepris sur cinq jours consécutifs.

La récolte d'images échographiques a été réalisée entre le 18 mars 2024 et le 22 mars 2024 sur un lot de 11 juments, âgées de quatre ans à 20 ans, de race Trotteur français pour 10 d'entre elles, et Origine non constatée pour l'une d'entre elles. Certaines des juments présentent des particularités concernant la reproduction, visibles dans le tableau suivant (Tableau 2)

Tableau 2 : Particularités observées chez les juments échographiées

Jument	Particularité observée
1	Pas de particularité, suivi de cycle sans anomalie
2	Jument en transition printanière entre l'ancœstrus saisonnier et la période de reproduction
3	Jument prédisposée aux endométrites post-insémination
4	Jument ayant un corps jaune persistant
5	Jument ayant un follicule anovulatoire lutéinisé
6	Jument avec de nombreux kystes utérins
7	Pas de particularité, suivi de cycle sans anomalie
8	Pas de particularité, suivi de cycle sans anomalie
9	Jument gestante depuis 140 jours, un sexage est entrepris par échographie transrectale
10	Pas de particularité, suivi de cycle sans anomalie
11	Pas de particularité, suivi de cycle sans anomalie

a. Photographies de l'appareil reproducteur

Des photographies de l'appareil reproducteur externe ont été réalisées sur certaines juments du troupeau d'Oniris. Ces photographies sont visibles en Annexe 1 dans une fiche de rappels sur l'anatomie de l'appareil reproducteur de la jument.

b. Images échographiques de l'appareil reproducteur

Le matériel utilisé est l'échographe vétérinaire modèle Blue de la marque Draminski, accompagné d'une sonde linéaire rectale L60 / 7Mhz. Compte-tenu de la courte durée de la période de collecte des images échographiques, la prise en main de l'échographe ainsi que le réglage des paramètres ont dû être faits sur un court délai, ce qui justifie une qualité des images parfois non optimale.

Pour chaque jument suivie par échographie transrectale, trois paramètres sont répertoriés dans un tableau (Tableau 3) : l'œdème utérin (U), noté subjectivement de – à ++++ ; les structures observées dans l'ovaire gauche (OG) et les structures observées dans l'ovaire droit (OD). Concernant l'œdème utérin, différents systèmes de notation existent. La notation utilisée pour le suivi des juments à Oniris est un système en « croix », également observable en pratique sur le terrain :

- Le signe (-) correspond à une absence d'œdème utérin (grade 0 selon Samper (2010)),
- Le signe (+/-) correspond à un œdème discret (grade 1 selon (Samper, 2010)),
- Une croix (+) correspond à un œdème modéré (grade 2 selon Samper (2010)),
- Deux croix (++) correspondent à un œdème marqué (grade 3 selon Samper (2010)),
- Trois croix (+++) correspondent à un œdème maximal (grade 4 selon Samper (2010)),
- Quatre croix (++++) correspondent à une quantité de liquide pathologique (grade 5 selon Samper (2010)).

Tableau 3 : Paramètres suivis lors des échographies transrectales des juments

Jument	Paramètres	Lundi 18/03	Mardi 19/03	Mercredi 20/03	Jeudi 21/03	Vendredi 22/03
1	U	+ (e)		++ (e)		++ (e)
	OG	CJ / 14		28		27
	OD	Pts		23		33 / 35
	Acte réalisé					IAR
2	U	-, (e)				-, (e)
	OG	Pts				Pts
	OD	21 / 20 / 21				22 / 20
	Acte réalisé					
3	U	++	++	++, lig, (e)	++, (e)	++, (e)
	OG	50 / 32	50 / 33	48 / 40	47 / 40	45 / 42
	OD	Pts	Pts	Pts	Pts	Pts
	Acte réalisé	Ocytocine	IAF	Ocytocine	IAF	
4	U		-		+/- (e)	e
	OG		CJ / 23		30	
	OD		53		59	
	Acte réalisé					
5	U	+	+, lig 2 cm	Lig, (e)		
	OG	Pts	Pts	Pts		
	OD	52	57	72		
	Acte réalisé	Vésicule écrasée	Ocytocine	Ocytocine		
6	U	+ (e)	-(e)	(e)		-(e)
	OG	Fol lut / pts	Fol lut / pts	Fol lut / pts		Fol lut
	OD	32 / 45	33 / CJ → a ovulé	34 / CJ		CJ / fol lut
	Acte réalisé					
7	U	+/- (e)	- (e)			
	OG	Pts	Pts			
	OD	40 / CJ	43 / CJ			
	Acte réalisé					
8	U					-
	OG					20
	OD					pts
	Acte réalisé					
9	U	DG + 140 j	DG 141 j	DG 142 j		DG 144 j
	OG					
	OD					
	Acte réalisé					Sexage
10	U			-		
	OG			24		
	OD			20		
	Acte réalisé					
11	U	-				
	OG	24/22				
	OD	22/26				
	Acte réalisé					

Un autre système de notation à l'aide de chiffres de 0 à 5 décrit par Samper (2010), et repris par Guihard (2014) est choisi comme référence dans l'élaboration des cas cliniques de cette thèse. Un point bibliographique et illustré de cette classification est fait dans le cas clinique n°1 « Insémination » (voir Point bibliographique sur les grades d'œdème utérin en échographie transrectale).

B. Le choix des thématiques abordées et du public visé

Avant l'élaboration des cas cliniques, un premier choix des thématiques abordées a été fait. Nous voulions parcourir un maximum de notions concernant la reproduction de la jument :

- La mauvaise conformation périnéale, en exposant les enjeux, les conséquences, le diagnostic, ainsi que le traitement ;
- Le suivi de cycle et l'insémination, en présentant le suivi échographique, le déclenchement de l'ovulation, les différents types d'insémination, ainsi que les problématiques rencontrées après l'insémination (endométrite post-saillie notamment) ;
- Le diagnostic de gestation, en présentant différents stades de gestation, la différence à faire entre les vésicules embryonnaires et les kystes endométriaux, ainsi que des cas de gémellité et leur gestion ;
- Le diagnostic de l'infertilité, comprenant les endométrites ;
- Enfin nous voulions aborder le syndrome du « gros ovaire » en exposant son diagnostic différentiel (tumeurs de la granulosa, hématomes, follicules anovulatoires...).

Il s'est rapidement avéré que les thèmes pré-choisis étaient trop nombreux et que toute la reproduction équine de la jument ne pouvait être abordée à travers une seule thèse multimédia.

Un choix final, plus précis a été réalisé après un tri des images échographiques et des données récoltées sur les juments du troupeau. Compte-tenu d'une demande grandissante des étudiants de se former sur des cas correspondant à une pratique de terrain, la volonté d'aborder des thématiques retrouvées dans le quotidien d'un vétérinaire ambulatoire s'est imposée dans le choix des sujets. La page de cette thèse multimédia intitulée « Elaboration de cas cliniques à visée pédagogique en reproduction équine » sera donc composée de trois cas cliniques pouvant être retrouvés lors d'un suivi de cycle en pratique quotidienne :

1. Un cas d'insémination avec une dose unique de sperme congelé, comprenant le choix du moment de l'insémination, ainsi que les différentes méthodes d'induction de l'ovulation ;
2. Un cas d'ancœstrus saisonnier, avec une période de transition printanière avant la reprise de cyclicité d'une jument ;
3. Un cas d'endométrite post-insémination, comprenant le diagnostic et la prise en charge de cette pathologie.

Concernant le public visé, les cas cliniques sont destinés aux étudiants de cinquième année (A5) qui suivent une formation en clinique dans les différentes hôpitaux (carnivores domestiques, animaux de production, équins), ainsi qu'aux étudiants de sixième année (A6) ayant choisi ou non

une spécialisation équine. En effet, l'objectif est de sensibiliser les étudiants en A5 à la discipline équine, notamment la reproduction équine.

C. Réalisation de fiches sur les thématiques sélectionnées

Dans un souci de pédagogie ciblée sur certaines thématiques de la reproduction équine, trois fiches « rappels » sur des notions théoriques sont réalisées. L'objectif de ces fiches est de résumer les éléments de cours, de les compléter avec la littérature scientifique, et de les illustrer avec des schémas et/ou des photographies pour les rendre attractives. Ces fiches seront accessibles sous format pdf sur la page EVE, et visibles autant de fois que nécessaire par les étudiants. Certains sujets abordés dans les fiches sont parfois source de difficulté et d'appréhension par les étudiants comme les hormones sexuelles et leur rôle dans le cycle œstral de la jument. Nous avons donc voulu proposer un support schématisé et concis, afin de répondre à leurs attentes.

Les thèmes de ces fiches couvrent des notions plus larges que dans les cas cliniques. En effet, les cas cliniques correspondent à trois cas retrouvés lors d'un suivi de cycle par échographie transrectale, alors que les fiches « rappels » abordent trois grands thèmes de la reproduction équine :

1. L'anatomie de l'appareil reproducteur de la jument, comprenant les qualités de conformation périnéale de la jument et les anomalies possibles ;
2. Le cycle œstral de la jument, ainsi que le rôle des hormones ;
3. La gestation de la jument et le développement embryonnaire, comprenant l'explication des grandes phases du développement embryonnaire, l'implication des hormones au cours de la gestation, ainsi que des images de sexage de fœtus.

Ces trois fiches sont disponibles en Annexe 1 : Fiche Anatomie de l'appareil reproducteur de la jument, Annexe 2 : Fiche Cycle de la jument et rôle des hormones et Annexe 3 : Fiche Gestation et développement embryonnaire.

D. L'élaboration des cas cliniques

La construction des cas cliniques se divise en plusieurs étapes décrites ci-dessous (Figure 2, Elsevier, 2023b).

Figure 2 : Etapes de la construction d'un cas clinique (Elsevier, 2023b)



La sélection d'images échographiques amorce le début de l'élaboration du cas clinique et détermine le choix de la pathologie ou du scénario clinique (Elsevier, 2023b). L'avancée du cas s'appuie ensuite sur la chronologie des images de la base de données. En parallèle du développement des questions, des justifications sont créées pour chaque réponse, ainsi que des explications sur certaines réponses fausses. L'un des objectifs lors de l'élaboration du cas clinique est de le garder le plus interactif possible.

L'inclusion de références bibliographiques se fait sous la forme de « points bibliographiques » inclus dans les cas cliniques pour revenir sur certaines notions et éveiller l'intérêt et la curiosité des

étudiants. Des figures et des images sont incluses dans ces points bibliographiques pour les rendre attractifs.

Les cas cliniques sont testés grâce à l'aide de l'équipe pédagogique de reproduction équine de l'EnvA, avant d'être proposés aux étudiants sur la page EVE des thèses multimédia.

Une étape importante d'un cas clinique est l'évaluation, d'une part des étudiants qui peuvent tester leurs connaissances et leurs compétences à la fin de la réalisation du cas clinique, et d'autre part du cas clinique en lui-même. Cette évaluation du cas clinique est faite par les étudiants, dans l'objectif d'améliorer les cas cliniques futurs et mieux comprendre les attentes des étudiants.

3. Résultats : Monographie des cas cliniques réalisés

Dans le cadre de cette thèse, trois cas cliniques ont été élaborés :

1. un cas sur l'insémination, ainsi que sur les méthodes d'induction de l'ovulation ;
2. un cas d'œstrus saisonnier ;
3. un cas d'endométrite post-insémination.

A. Cas n°1 : T : un cas d'insémination avec une dose unique de sperme congelé

a. Commémoratifs

T. est une jument Trotteur français de 17 ans vivant en troupeau au paddock et au pré, à jour de ses vaccins et vermifuges. Elle vous est présentée ce jour pour un suivi de cycle par échographie, dans le but de réaliser une insémination avec une dose unique de sperme congelé.

Compte tenu de la valeur d'une dose de sperme congelé et de la durée de vie des spermatozoïdes avec le mode de conservation congelé, l'insémination doit être réalisée au moment le plus proche de l'ovulation.

b. Anamnèse

Le 18/03, lorsque vous passez avec l'étalon devant le paddock, vous remarquez que T. est immobile, présente une posture en lordose et lève la queue. Au cours de la journée, vous la voyez émettre de temps à autre des jets d'urine (Figure 3). Le comportement de T. est compatible avec l'œstrus. L'échographie transrectale révèle un œdème utérin de grade 1/5 (voir Point bibliographique sur les

grades d'œdème utérin en échographie transrectale) ; dans l'ovaire gauche : un follicule de 28 mm (millimètres), avec quelques autres petits follicules ; dans l'ovaire droit : plusieurs petits follicules.

Figure 3 : Jument en lordose, émettant des jets d'urine (Brinsko *et al.*, 2010)



Le 20/03, T. est toujours en œstrus et l'échographie transrectale montre un œdème utérin de grade 2/5 ; dans l'ovaire gauche : un follicule de 34 mm (Figure 4) ; dans l'ovaire droit : un follicule de 23 mm. En plus de l'augmentation de l'œdème utérin d'un grade depuis le 18/03, vous observez une croissance folliculaire de 6 mm en deux jours (voir Point bibliographique sur la croissance folliculaire pré-ovulatoire).

Figure 4 : Ovaire gauche avec un follicule de 34 mm



c. Point bibliographique sur les grades d'œdème utérin en échographie transrectale

Samper (2010) différencie cinq grades d'œdème utérin au cours du cycle :

- Grade 0 : absence d'œdème utérin. L'utérus est homogène à l'image échographique, caractéristique d'une imprégnation de progestérone (Figure 5).
- Grade 1 : œdème discret. L'utérus est discrètement hétérogène, sans en visualiser les replis. Cette image correspond souvent au début des chaleurs, mais peut aussi être retrouvée juste avant l'ovulation puisque l'œdème utérin diminue à ce moment-là (Figure 6).
- Grade 2 : œdème modéré. L'hétérogénéité de l'utérus est modérée, plus visible au niveau du col, et les replis de la muqueuse sont visibles (Figure 7).
- Grade 3 : œdème marqué. L'hétérogénéité est nettement visible dans tout l'utérus, et les replis de la muqueuse forment une image en « roue » ou en « tranche d'orange » (Figure 8).
- Grade 4 : L'œdème utérin est maximal dans tout l'utérus, les replis de la muqueuse sont très visibles et la muqueuse paraît épaissie (Figure 9).

Un grade 5 (Figure 10) correspond à une quantité trop importante d'œdème dans l'utérus et est pathologique.

Cette classification est aussi utilisée par Guihard (2014) afin de décrire les images utérines au cours du cycle (Guihard, 2014 ; Samper, 2010).

Figure 5 : Œdème utérin de grade 0/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)

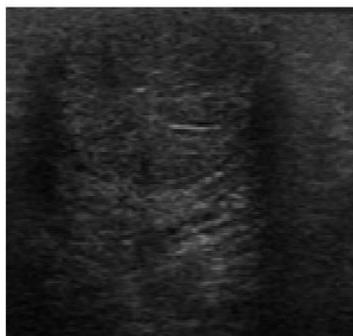


Figure 6 : Œdème utérin de grade 1/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)



Figure 7 : Œdème utérin de grade 2/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)

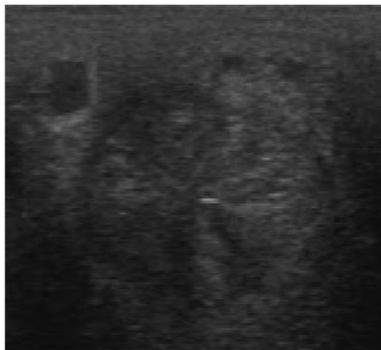


Figure 8 : Œdème utérin de grade 3/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)



Figure 9 : Œdème utérin de grade 4/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)

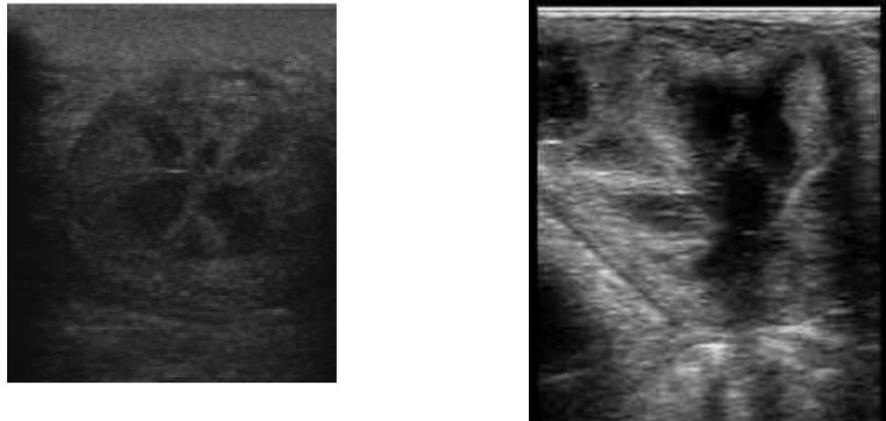
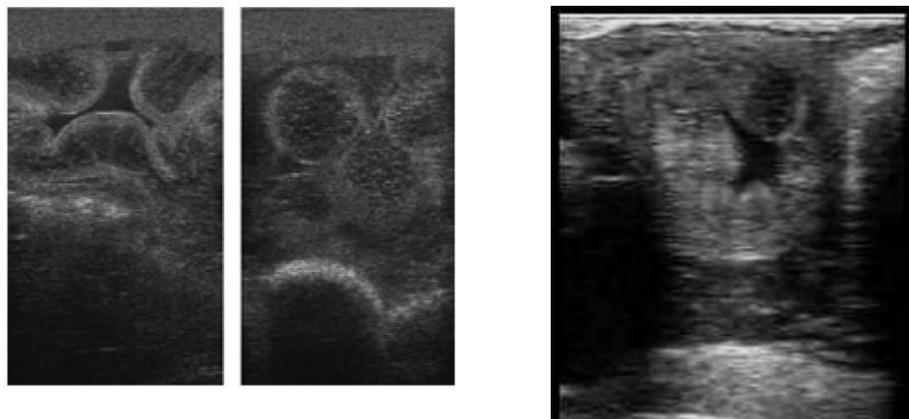


Figure 10 : Œdème utérin de grade 5/5 (Guihard, 2014 ; Samper, 2010)

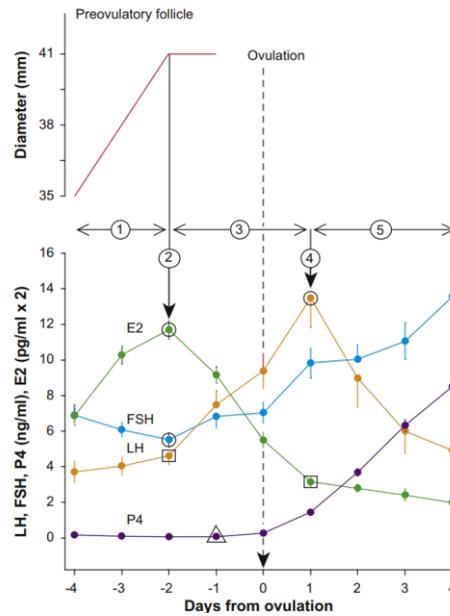


Le degré maximal de l'œdème utérin durant l'œstrus peut varier de 3/5 à 4/5 selon les juments et selon le moment de la saison ; il est atteint en moyenne 48 heures avant l'ovulation (Samper, 2010). L'œdème utérin diminue ensuite progressivement jusqu'à devenir absent (grade 0/5) le jour de l'ovulation dans la plupart des cas. (Samper, 2010).

d. Point bibliographique sur la croissance folliculaire pré-ovulatoire

Pendant l'œstrus, le follicule dominant croît d'environ 3 à 5 mm par jour (Ginther *et al.*, 2008) : c'est le début de la période pré-ovulatoire (Figure 11). Le diamètre du follicule ovulatoire est en moyenne 42 mm (McKinnon *et al.*, 2011), mais peut varier de 34 à 70 mm selon les études (Cuervo-Arango et Newcombe, 2008). La taille du follicule ovulatoire dépend de la race de la jument, de son âge, de son état d'embonpoint et de la saison (McKinnon *et al.*, 2011).

Figure 11 : Evolution du diamètre folliculaire pré-ovulatoire (Ginther et al., 2008)



La forte variabilité du diamètre folliculaire à l'ovulation montre qu'il est difficile de s'appuyer uniquement sur le diamètre folliculaire pour prédire l'ovulation.

e. Echographie transrectale

Le 22/03, T. montre toujours des signes de lordose et des émissions de jets d'urine. L'échographie transrectale de T. révèle un œdème utérin de grade 2/5 (Figure 12), et dans l'ovaire gauche un follicule de 40 mm de diamètre (Figure 13).

Figure 12 : Corne utérine en coupe transversale, œdème utérin de grade 2/5

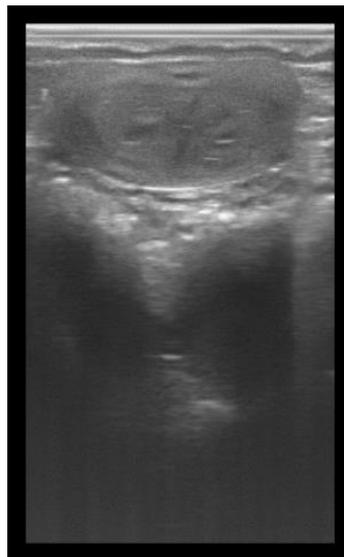
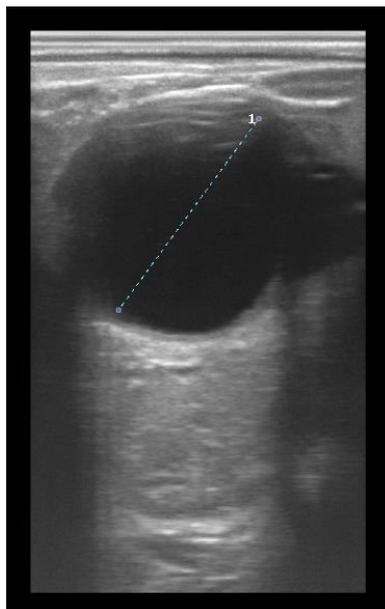


Figure 13 : Follicule de 40 mm dans l'ovaire gauche



Bilan du suivi échographique du 22/03 :

T. présente des signes d'œstrus (position en lordose, émission de jets d'urine), un œdème utérin modéré de grade 2/5, ainsi qu'un follicule en croissance de 40 mm dans l'ovaire gauche.

Rappelons que l'objectif de ce cas est d'inséminer T. avec une dose unique de sperme congelé et donc de choisir le moment de l'insémination le plus proche possible de l'ovulation. En pratique, l'insémination est réalisée immédiatement après la détection de l'ovulation, afin de maximiser le taux de gestation en minimisant les dépenses liées aux doses de sperme congelé.

Les conditions nécessaires à l'insémination ou la saillie d'une jument sont : une croissance folliculaire régulière et un diamètre folliculaire supérieur à (>) 35 mm ; un utérus imprégné d'œstrogènes avec une image échographique hétérogène ; un col utérin ouvert (Samper et al., 2008).

f. Point bibliographique sur les différentes méthodes de conservation du sperme

Les différentes méthodes de conservation du sperme sont synthétisées dans le tableau suivant (Tableau 4) :

Tableau 4 : Caractéristiques des différentes méthodes de conservation du sperme

Technique d'insémination	Concentration en spz /dose	Volume d'une dose	Conditionnement pour 1 dose	Délai entre récolte et IA	Survie des spz post-IA
Sperme frais	200 millions	10 mL	Seringue	< 30 min (Samper et al., 2008)	48h à 72h (Samper et al., 2008)
Sperme réfrigéré	200 millions	10 mL	Seringue	Jusqu'à 72h à 4-5°C (Clulow et Gibb, 2022)	24h à 48h (Samper et al., 2008)
Sperme congelé	400 millions (100 millions / paillette)	1 à 4 paillettes de 0,5 mL	1 à 4 paillettes par dose	> 24h (Samper et al., 2008)	<12h (Samper, 2009)

L'utilisation de sperme congelé présente de nombreux avantages : une distribution mondiale de la génétique des meilleurs étalons, une disponibilité de la semence décorrélée du moment de prélèvement, une longévité de conservation de la semence, une utilisation optimisée de la quantité de sperme récoltée sur un étalon (Pasch *et al.*, 2024). Cette technique de conservation permet de choisir le moment de l'insémination uniquement en fonction de l'ovulation de la jument. En revanche, les taux de gestation suite à l'insémination avec du sperme congelé sont dépendants de plusieurs facteurs, notamment de l'étalon (qualité du sperme), de la jument (âge), de la gestion de la reproduction (suivi et maîtrise des cycles) et de la gestion du sperme (transport, conservation, décongélation) (Pasch *et al.*, 2024). Il est donc d'autant plus important d'optimiser au mieux la méthode d'insémination avec du sperme congelé (insémination après le constat de l'ovulation).

D'autre part, la durée de l'ovocyte est en moyenne de six heures (McKinnon *et al.*, 2011).

Avec du sperme congelé, il est donc recommandé de déposer la semence dans l'utérus moins de 12 heures avant l'ovulation (durée de vie des spermatozoïdes) ou dans les six heures après l'ovulation (durée de vie de l'ovocyte). Ainsi, en pratique, le suivi échographique des juments inséminées par paillettes est réalisé toutes les quatre à six heures (nuit et jour), pour respecter au mieux cet intervalle.

Afin de mieux prévoir le moment de l'ovulation, il est possible d'induire pharmacologiquement l'ovulation.

g. Point bibliographique sur les différentes méthodes d'induction pharmacologique de l'ovulation

Les conditions pour induire une ovulation sont :

- une jument en œstrus (imprégnation oestrogénique de l'utérus) : œdème utérin de grade 3 à 4 (Samper et al., 2008), ou en diminution (grade 1 ou 2) ;
- un follicule préovulatoire en croissance ;
- un diamètre du follicule > 35 mm (Miller, 2008).

Les molécules permettant d'induire l'ovulation pharmacologiquement sont présentées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Molécules permettant d'induire l'ovulation

Famille de molécules et effet	Nom molécule	Nom déposé	Posologies et voie d'administration	Ovulation	Effets secondaires
Gonadotro-pines Effet LH	hCG = Human Chorionic Gonadotrophin	CHORULON®	1 500 UI par voie intra-veineuse	70 à 90 % d'ovulations dans les 48 heures après l'injection En moyenne 36 heures post-injection (Green et al., 2007)	Formation d'anticorps anti-hCG après deux injections IV en moyenne. Voie intra-musculaire déconseillée car favorise la formation d'anticorps.
Analogues de GnRH Effet GnRH (stimule FSH et LH)	Buséreline	RECEPTAL® (4 µg / mL)	2 protocoles possibles : 4 injections de 20 µg par voie IV, toutes les 12 heures 3 injections de 14 µg par voie IV, toutes les 6 heures	Protocole en 4 injections : 90 % d'ovulation dans les 48h après le début du protocole Protocole en 3 injections : 60 % d'ovulation dans les 48 heures après le début du protocole (Barrier-Battut et al., 2017)	Plusieurs injections nécessaires et du coût du traitement

	Triptoréline	DECAPEPTYL® (formulation humaine)	0,1 mg par voie sous-cutanée	85 % d'ovulations entre 24 et 48 heures après l'injection, et 10 % d'ovulations dans les 24 heures après l'injection (Dordas-Perpinya <i>et al.</i> , 2020)	Formulation humaine, utilisation dans le cadre de la cascade pharmaceutique
--	--------------	--------------------------------------	------------------------------	---	---

Une immunisation anti-hCG existe après deux injections en moyenne dans la saison (Green *et al.*, 2007). En pratique, il est donc recommandé de se limiter à deux ou trois injections de CHORULON ND par saison de reproduction, ou de le remplacer par un analogue de la GnRH tel que le DECAPEPTYL ND par exemple.

h. Point bibliographique sur les protocoles d'insémination en sperme congelé

Selon la littérature, plusieurs protocoles d'insémination en sperme congelé peuvent être appliqués.

1^{er} exemple de protocole d'insémination avec du sperme congelé : insémination unique après le constat de l'ovulation (Miller, 2008)

- Induction de l'ovulation : injection intra-veineuse de 1 500 UI d'hCG montrent les mêmes résultats, entre 16h et 20h.
- Moment de l'ovulation : généralement entre 7h et 13h le surlendemain.
- Suivi échographique de la jument : à partir de 12 à 24 heures après le traitement d'induction de l'ovulation, puis toutes les 6 heures, jusqu'au constat de l'ovulation.
- Moment de l'insémination avec une dose unique de sperme congelé : dès que l'ovulation est constatée par échographie (présence d'un corps jaune), la dose de sperme est déposée dans le corps utérin.

2^{ème} exemple de protocole d'insémination : insémination profonde avec une faible dose, après le constat de l'ovulation (Pasch *et al.*, 2024) (protocole adapté avec des spécialités disponibles en France)

- Induction de l'ovulation : injection sous-cutanée de 0,1 mg de triptoréline (DECAPEPTYL ND), entre 17h et 21h
- Moment de l'ovulation : en moyenne 36 heures après l'induction de l'ovulation

- Suivi échographique de la jument : à partir du lendemain de l'injection à 7h du matin, puis toutes les six à huit heures jusqu'au constat de l'ovulation (présence d'un corps jaune).

L'étude montre qu'il n'y a aucun intérêt à échographier les juments sur un intervalle inférieur à 6 heures car les juments inséminées à 3 heures ou à 6 heures post-insémination montrent les mêmes taux de gestation.

- Moment de l'insémination avec une paillette contenant une faible dose de spermatozoïdes : dès que l'ovulation est constatée par échographie (présence d'un corps jaune).
- Technique d'insémination profonde avec une faible dose de sperme : dépôt du sperme contenu dans la paillette à l'extrémité d'une des deux cornes, proche de la papille de l'oviducte (Figure 14). Un cathéter contenant la semence est introduit dans la corne utérine du même côté que le follicule pré-ovulatoire, et est guidé par une main introduite par voie transrectale.
- Avantages de ce protocole :
 - utilisation de faibles doses de spermatozoïdes ;
 - taux de gestation similaire aux inséminations avec les doses classiques de spermatozoïdes (250 à 500×10^6 spz motiles après décongélation).
- Inconvénients de ce protocole :
 - demande une formation des utilisateurs à la technique d'insémination profonde,
 - suivi échographique toutes les 6 à 8 heures dès le lendemain matin de l'induction d'ovulation.

3^{ème} exemple d'insémination : insémination profonde avec deux doses de sperme, (Pasch *et al.*, 2024) (protocole adapté avec des spécialités disponibles en France)

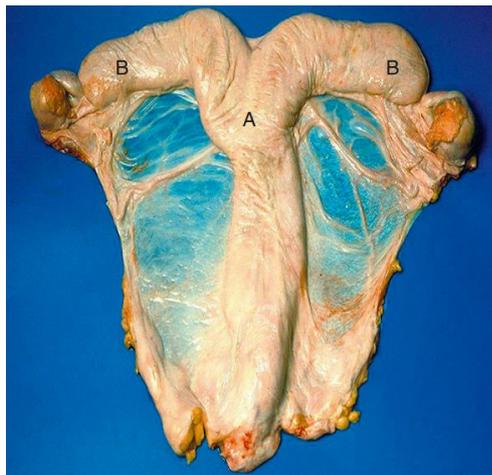
- Induction de l'ovulation : injection sous-cutanée de 0,1 mg de triptoréline (DECAPEPTYL ND), entre 17h et 21h
- Moment de l'ovulation : en moyenne 36 heures après l'induction de l'ovulation
- Technique d'insémination programmée : deux inséminations profondes
 - 1^{ère} insémination 30 à 36 heures après l'induction de l'ovulation sans avoir constaté l'ovulation
 - suivi échographique à partir de huit à 12 heures après la 1^{ère} insémination.
 - 2^{ème} insémination est réalisée après le constat de l'ovulation (présence d'un corps jaune à l'échographie)

- Avantages de cette technique :
 - meilleurs taux de gestation (65 à 80 % pour les inséminations doubles, contre 55 à 70 % pour les inséminations uniques post-ovulation) (Pasch *et al.*, 2024) ;
 - réduction du nombre de contrôles échographiques par rapport aux méthodes d'insémination unique
- Inconvénients :
 - nécessité d'avoir deux doses de semence congelée (nombre faible de paillettes disponibles depuis plusieurs années)
 - à éviter chez les juments prédisposées aux endométrites post-saillie (limitation du nombre d'insémination, voir Cas n°3 : Endométrite post-insémination)

Figure 14 : Utérus et lieux d'insémination simple ou profonde (Samper et al., 2008)

A : Corps de l'utérus

B : Extrémité de la corne utérine, proche de la papille de l'oviducte



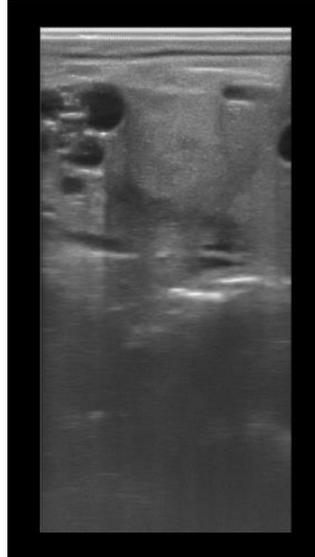
i. Induction et suivi de l'ovulation de T.

T. présente toutes les conditions pour réaliser une induction d'ovulation : elle est en œstrus (œdème utérin de grade 2/5) et présente un follicule préovulatoire en croissance et de diamètre > 35 mm (Miller, 2008). Le 22/03 après-midi, l'ovulation est induite à l'aide d'une injection intra-veineuse de 1500 UI d'HCG.

Dès le 23/03 matin, le suivi échographique de T. est commencé et poursuivi toutes les quatre à six heures, jusqu'au constat de l'ovulation.

Le 24/03 matin, l'échographie transrectale révèle la présence d'un corps jaune dans l'ovaire gauche (Figure 15), signe d'une ovulation préalable. L'ovulation a eu lieu dans les quatre à six dernières heures, ce qui correspond à l'intervalle de temps entre deux contrôles échographiques.

Figure 15 : Corps jaune dans l'ovaire gauche



Suite au constat de l'ovulation, T. est inséminée avec l'unique dose de sperme disponible pour la jument, à l'aide la technique d'insémination profonde décrite précédemment (Pasch *et al.*, 2024). La semence est donc déposée le plus près possible de l'oviducte, du côté de l'ovaire ayant ovulé, soit à l'extrémité crâniale de la corne gauche.

B. Cas n°2 : Sortie d'anœstrus saisonnier et transition printanière

a. Commémoratifs

K. est une jument Trotteur français de 4 ans vivant en troupeau au paddock et au pré, à jour de ses vaccins et vermifuges.

b. Anamnèse

Le 12/02, le propriétaire souhaite que vous réalisiez un examen échographique afin de savoir si K. est toujours en anœstrus ou non. L'échographie transrectale révèle un utérus homogène (œdème utérin de grade 0/5), ainsi que des petits follicules dans chaque ovaire.

c. Point bibliographique sur l'anœstrus saisonnier et les transitions

L'anœstrus saisonnier qui s'étend d'octobre-novembre à février-mars (jours courts) correspond à la période de repos ovarien secondaire à la diminution du nombre d'heures de lumière journalier (photopériode). En effet, la diminution de la photopériode entraîne une production de mélatonine, qui inhibe l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien. La diminution de sécrétion de GnRH par l'hypothalamus est responsable d'une diminution de la sécrétion de LH et de FSH par l'hypophyse, et d'une diminution des stéroïdes ovariens circulants (progestérone et œstrogènes) (Brinsko *et al.*, 2010). L'œstradiol (œstrogènes) n'est pas détectable dans le sang et son absence est responsable de l'absence de l'expression de chaleurs lors de l'anœstrus saisonnier (McCue *et al.*, 2007). La très faible concentration en progestérone (< 1 ng/mL) est synonyme de l'absence de tissu lutéal actif (absence de corps jaune) (McCue *et al.*, 2007). Bien que la sécrétion de FSH soit faible, elle permet tout de même la persistance d'une croissance folliculaire jusqu'à 20-25mm (McKinnon *et al.*, 2011). En revanche, l'absence de sécrétion de LH par l'hypophyse durant l'anœstrus est responsable de l'absence de sélection du follicule dominant et de l'absence d'ovulation (McKinnon *et al.*, 2011). Le rôle de ces hormones est rappelé dans l'Annexe 2 : Fiche Cycle de la jument et rôle des hormones.

Au retour des jours longs au début du printemps (15 à 16 heures de lumière quotidienne (McCue *et al.*, 2007)), l'axe hypothalamo-hypophysaire se réactive et les concentrations de FSH circulante augmentent, alors que les concentrations de LH restent basses. Cette période de reprise progressive de l'activité ovarienne entre l'anœstrus saisonnier et la période de reproduction est appelée transition printanière. Il en résulte une succession de vagues de croissance folliculaire durant lesquelles les follicules peuvent atteindre jusqu'à 40 mm, sans ovulation (Bruyas et Paul, 2008). Les follicules en croissance durant cette transition sécrètent l'œstradiol en faible quantité (non détectable dans le sang périphérique), responsable même en faible concentration de signes de chaleurs irréguliers et prolongés (McCue *et al.*, 2007). Suite à l'augmentation de sécrétion de LH, la première ovulation de l'année marque alors la fin de la transition printanière et le début de la saison de reproduction. (McKinnon *et al.*, 2011). Durant cette transition printanière, certaines juments peuvent donc montrer des signes d'œstrus bien qu'aucune ovulation ne soit encore observée.

La transition automnale correspond au passage entre la période de cyclicité et la période d'anœstrus saisonnier. Elle a lieu au moment de la diminution de la photopériode à moins de 16 heures de lumière quotidienne. Lors de cette transition, les changements de production des stéroïdes par les ovaires (diminution de sécrétion de progestérone par le corps jaune) précèdent les modifications de l'axe hypothalamo-hypophysaire (McKinnon *et al.*, 2011).

Différents facteurs influencent la durée de l'anœstrus saisonnier : l'état corporel de la jument (plus il est faible (< 3/9), plus l'anœstrus est long ; et inversement), l'âge (plus la jument est âgée,

plus l'anœstrus est court et moins marqué), la nutrition, le climat. (Fitzgerald et McManus, 2000 ; Gentry *et al.*, 2002 ; McKinnon *et al.*, 2011)

d. Echographie transrectale du 26/02 : anœstrus saisonnier

Le 26/02, soit deux semaines plus tard, K. vous est de nouveau présentée pour un suivi de cycle par échographie. Le propriétaire n'a pas remarqué de signes de chaleurs. L'échographie transrectale révèle l'absence d'œdème utérin (grade d'œdème 0/5) (Figure 16) ainsi que de nombreux petits follicules entre 15 et 20 mm de diamètre dans les deux ovaires (Figure 17).

Figure 16 : Utérus homogène en coupe longitudinale

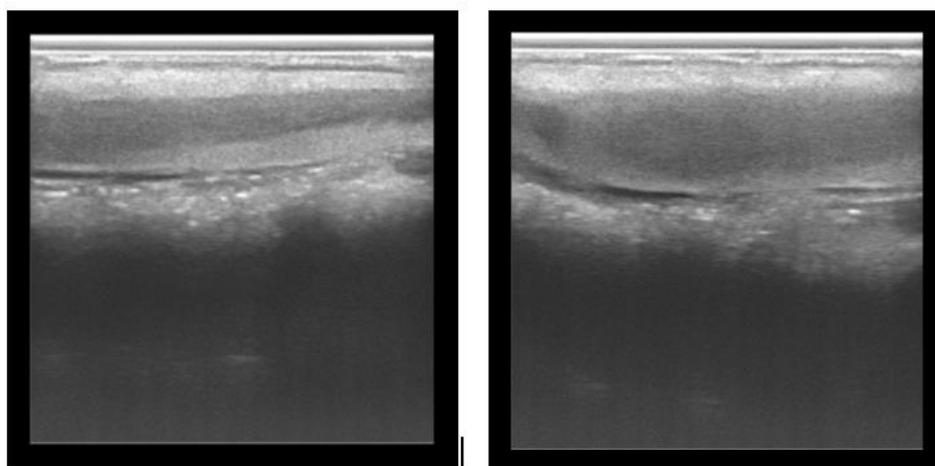
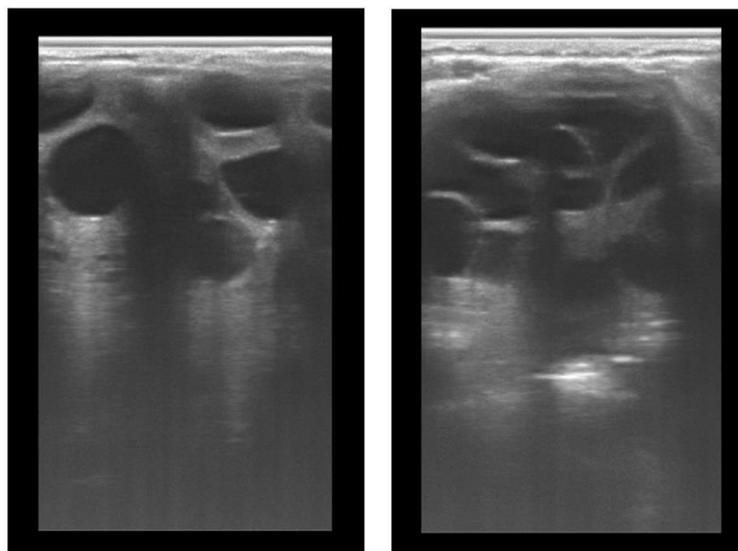


Figure 17 : Ovaires gauche et droit avec des petits follicules de 15 à 20 mm



Durant la période d'anœstrus, il n'est pas rare d'observer des follicules en croissance, parfois jusqu'à 20-25 mm, sans que cela témoigne d'une reprise de cyclicité.

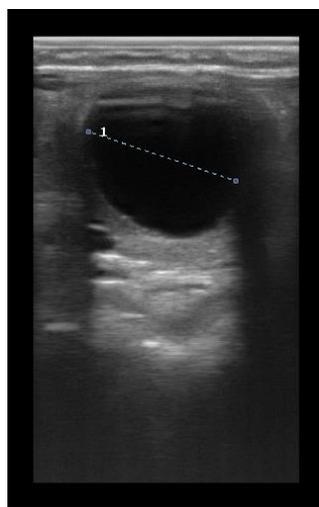
Bilan de l'examen échographique du 26/02 :

K. présente un œdème utérin absent (grade 0/5) et présente de nombreux petits follicules (moins de 20 mm) dans chaque ovaire. K. est donc toujours en période d'anœstrus saisonnier.

e. Echographique transrectale du 18/03 : transition printanière

Le 18/03, soit trois semaines plus tard, vous revoyez K. car elle manifeste des signes d'œstrus (position de lordose avec la queue relevée, émission de jets d'urine, clignements de la vulve). L'échographie transrectale révèle un œdème utérin de grade 2/5 et vous observez un follicule de 34 mm de diamètre dans l'ovaire droit (Figure 18).

Figure 18 : Follicule de 34 mm dans l'ovaire droit



Rappelons que la transition printanière a lieu lors de l'augmentation de la photopériode au retour des jours longs en mars-avril (McKinnon *et al.*, 2011). Elle correspond à la transition entre l'anœstrus saisonnier et la période de reproduction et se manifeste par une reprise de croissance folliculaire, parfois jusqu'à 40mm, sans que les follicules n'ovulent (Bruyas et Paul, 2008). Lors de cette période de transition, des signes de chaleurs irréguliers et prolongés peuvent être observés.

Bilan de l'examen échographique du 18/03 :

K. est en période de transition printanière. Un suivi échographique est donc poursuivi une fois par semaine.

f. Examen échographique du 15/04 : période de reproduction

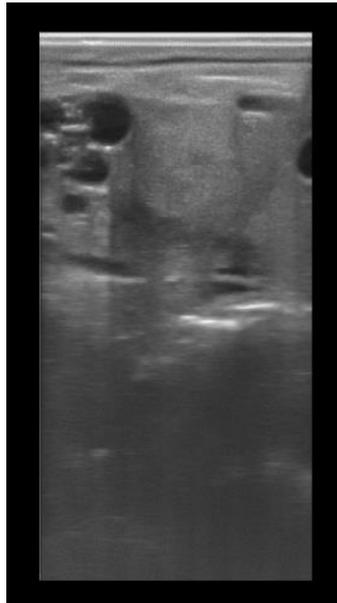
Le 15/04, soit quatre semaines plus tard, le propriétaire de K. vous indique qu'il a observé des signes de chaleurs durant cinq jours (position de lordose avec la queue relevée, émission de jets d'urine, clignements de la vulve), mais que K. ne semble plus en chaleurs depuis deux jours. L'échographie

transrectale révèle la présence d'un corps jaune dans l'ovaire droit (Figure 19), témoin d'une ovulation préalable, probablement dans les 24 à 48h avant la fin des signes d'œstrus observés par le propriétaire.

Bilan de l'examen échographique du 15/04 :

La première ovulation de l'année marque la fin de la transition printanière et le début de la période de reproduction de K.

Figure 19 : Corps jaune dans l'ovaire droit



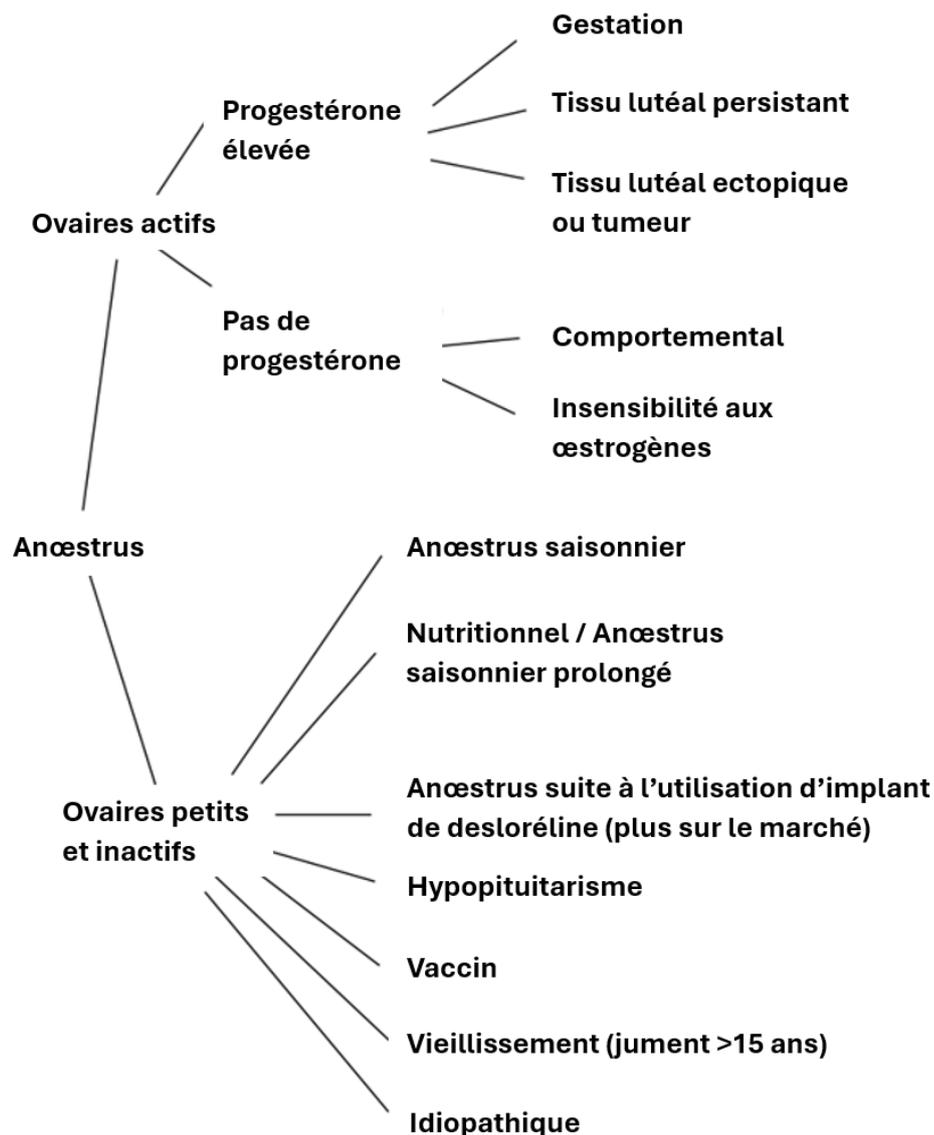
g. Autres causes d'anœstrus

Si l'on définit l'anœstrus comme l'absence de manifestation de chaleurs, les causes d'anœstrus hormis l'anœstrus saisonnier peuvent être regroupées en trois catégories (Bruyas, 2003) :

- absence de maturation folliculaire et d'ovulation (ovaires petits et inactifs),
- présence d'une structure lutéale persistante (concentration en progestérone maintenue élevée),
- présence d'une activité ovarienne cyclique, avec anomalie de l'expression des manifestations comportementales associées.

Un schéma récapitulatif des causes d'anœstrus est visible ci-dessous (Figure 20) :

Figure 20 : Résumé des différentes causes d'anœstrus, (McKinnon *et al.*, 2011)



C. Cas n°3 : Endométrite post-insémination

a. Commémoratifs

S. est une jument Trotteur français de 18 ans vivant en troupeau au paddock et au pré, à jour de ses vaccins et vermifuges. Elle vous est présentée ce jour pour un suivi de cycle par échographie, dans le but de l'inséminer avec du sperme frais.

Vous suivez S. depuis plusieurs années et vous savez qu'elle est prédisposée aux endométrites persistantes post-insémination. En effet, S. présente des difficultés à être gestante, mais elle a déjà mené plusieurs gestations à terme une fois la gestation confirmée.

b. Anamnèse

Le 08/03, S. semble présenter des signes d'œstrus (immobilisation, queue relevée). L'échographie transrectale révèle un utérus discrètement hétérogène (œdème utérin discret de grade 1/5), dans l'ovaire gauche : un follicule de 30 mm et un autre de 28 mm, dans l'ovaire droit : un follicule de 23 mm.

c. Point bibliographique sur l'endométrite post-insémination ou post-saillie

Une endométrite est une inflammation de l'endomètre (épithélium de la surface interne de l'utérus) pour laquelle les processus inflammatoires (afflux de granulocytes neutrophiles notamment) se déroulent dans la lumière de l'utérus (Samper et al., 2008).

Il existe trois types d'endométrites (Bruyas *et al.*, 2013) :

- Endométrite persistante post-insémination ou post-saillie ;
- Endométrites infectieuses à évolution chronique : elles sont causées par des bactéries pathogènes transmises par voie sexuelle (*Taylorella equigenitalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*), ou par des germes opportunistes de l'environnement moins pathogènes (*Streptococcus zooepidemicus*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus spp*) ;
- Endométrite dégénérative chronique aussi appelée endomérose.

Les endométrites ne sont associées à aucun signe clinique général, hormis une infertilité.

Une saillie ou une insémination induit nécessairement une réaction inflammatoire physiologique de l'endomètre (contact avec un matériel étranger à la jument). S'en suit un afflux de granulocytes neutrophiles dans la lumière utérine ayant pour rôle la phagocytose des spermatozoïdes. Le liquide inflammatoire, accompagné de plasma séminal et des spermatozoïdes surnuméraires est éliminé par les contractions utérines mais aussi par une résorption par voie lymphatique, dans les 24 à 36 heures suivant la saillie ou l'insémination chez les juments saines (Bruyas, 2005 ; Pascottini *et al.*, 2023). L'inflammation physiologique post-insémination ou post-saillie est caractérisée par un défaut de contractions utérines entraînant ainsi une accumulation de liquide inflammatoire dans la lumière utérine. La résolution rapide (24 à 36 heures) de cette inflammation physiologique permet un retour à la normal de l'environnement utérin pour préparer l'arrivée de l'embryon entre 6 et 7 jours post-insémination (Bruyas *et al.*, 2013).

L'endométrite post-insémination ou post-saillie est définie comme une réponse inflammatoire prolongée de l'endomètre, supérieure à 48 heures, secondaire à la présence de spermatozoïdes dans le tractus génital de la femelle (Canisso *et al.*, 2016).

En pratique, une sensibilité à l'endométrite persistante post-insémination est suspectée dès la présence de facteurs de risques prédisposants : une accumulation liquidienne dans l'utérus > à 2 centimètres (cm) pendant l'œstrus avant l'insémination, un défaut de contraction du myomètre, ou encore une anomalie de conformation périnéale (Canisso *et al.*, 2016).

Lors d'endométrite post-insémination, une accumulation liquidienne anormale dans l'utérus > 2 cm après l'insémination, et la persistance de liquide inflammatoire dans l'utérus après 36h post-insémination peuvent être observées (Canisso *et al.*, 2016).

d. Examen échographique du 10/03

Le 10/03, S. manifeste des signes d'œstrus (clignements de la vulve, queue relevée). L'échographie transrectale révèle un utérus modérément hétérogène (œdème utérin de grade 2/5) (figures 1 et 2), dans l'ovaire gauche : un follicule de 36 mm et un autre de 22 mm, dans l'ovaire droit : un follicule de 25 mm.

Figure 21 : Corne utérine gauche en coupe transversale (œdème utérin de grade 2/5)

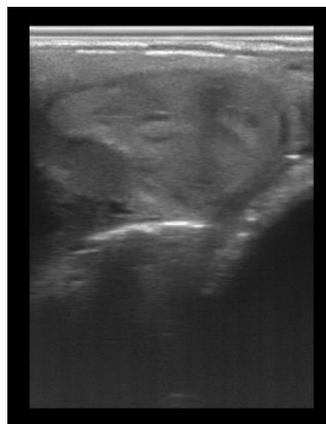


Figure 22 : Corne utérine droite en coupe transversale (œdème utérin de grade 2/5)



Bilan de l'examen échographique du 10/03 :

La jument présente un début de croissance folliculaire et un œdème utérin modéré.

Chez une jument saine (non sensible aux endométrites persistantes post-saillie), le degré maximal moyen de l'œdème utérin (grade 4/5) est atteint en moyenne 48h avant l'ovulation (Samper, 2010), et il diminue ensuite progressivement jusqu'à l'ovulation. De plus, le diamètre moyen du follicule juste avant l'ovulation est de 42 mm et peut varier de 34 mm à 70 mm (Cuervo-Arango et Newcombe, 2008).

En revanche, chez 11 à 39 % des juments prédisposées aux endométrites, l'œdème utérin est plus important que chez une jument saine en raison d'une accumulation de liquide dans la lumière utérine pendant l'œstrus (Watson, 2000).

e. Examen échographique et palpation vaginale du 11/03

Le 11/03 au matin, soit 24 heures plus tard, S. manifeste toujours des signes d'œstrus.

L'échographie transrectale révèle un utérus hétérogène, avec des replis de muqueuse utérine qui forment une « tranche d'orange », caractéristique d'un œdème utérin marqué de grade 3/5 (Figure 8). Il est aussi important de différencier le contenu hétérogène de la vessie, physiologique chez le cheval, avec le corps utérin observé en coupe longitudinale (Figure 23). L'échographie montre dans l'ovaire gauche un follicule de 41 mm et un follicule de 32 mm (Figure 24) et dans l'ovaire droit des petits follicules, comme celui de 22 mm observé sur la Figure 25.

Figure 23 : Corps utérin en coupe longitudinale

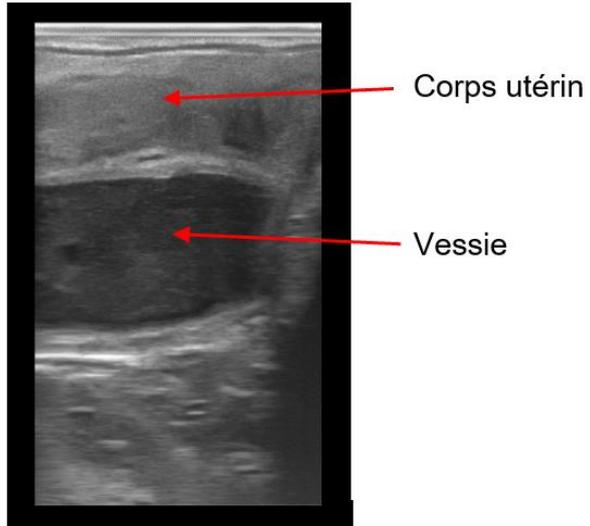


Figure 24 : Follicules de 41 mm (image de gauche) et 32 mm (image de droite) dans l'ovaire gauche

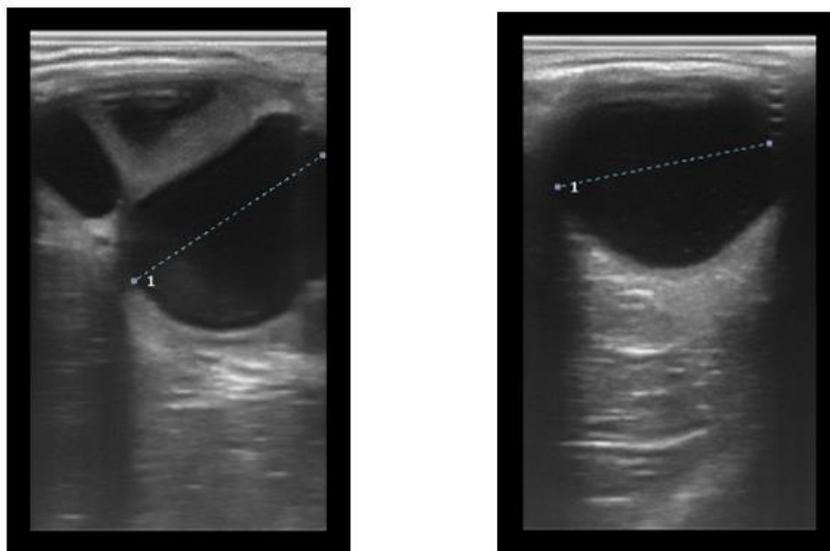
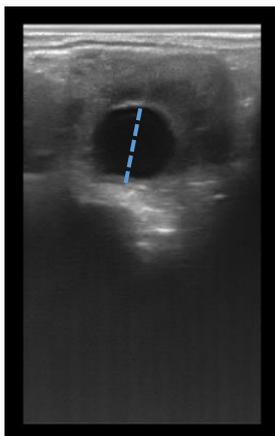


Figure 25 : Petit follicule de 22 mm dans l'ovaire droit



Après avoir pris soin de réaliser trois lavages de la région périnéale à l'aide de savon neutre ou iodé, puis de rincer à l'eau claire, la palpation vaginale à l'aide d'un gant de fouille stérile met en évidence un col utérin mou et relâché sur le plancher du vagin.

Bilan de l'examen du 11/03 :

S. est en œstrus (œdème utérin de grade 3/5), et présente une croissance folliculaire pré-ovulatoire, avec un follicule de diamètre > 35 mm. La texture et la position du col utérin correspondent aussi à la période d'œstrus.

f. Point bibliographique sur la prévention des endométrites persistantes post-insémination

Deux facteurs permettent de prévenir les endométrites persistantes post-insémination :

- Diminuer l'intensité de la réaction inflammatoire,
- Favoriser l'élimination du liquide inflammatoire.

Pour diminuer l'intensité de la réaction inflammatoire des juments prédisposées aux endométrites post-insémination, certaines méthodes de reproduction sont à privilégier :

- Plus la semence est concentrée en spermatozoïdes, plus l'inflammation utérine induite est intense. Le sperme congelé est donc à éviter pour l'insémination des juments prédisposées aux endométrites post-insémination (Bruyas, 2005).
- Le plasma séminal a un effet modulateur de l'inflammation utérine (rôle de protection des spermatozoïdes contre la phagocytose) (McKinnon *et al.*, 2011). Le plasma séminal doit donc être présent dans la semence utilisée pour les juments prédisposées. Les juments inséminées en sperme pur (spermatozoïdes + plasma séminal) montrent un meilleur taux de gestation que celles inséminées sans plasma séminal. (Bruyas, 2005)
- Il faut limiter l'exposition de l'utérus au sperme en réalisant une seule monte naturelle ou une seule insémination avec du sperme frais ou du sperme réfrigéré par cycle. (McKinnon *et al.*, 2011)
- Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) et non stéroïdiens (AINS) :
 - ont un effet préventif sur l'apparition d'une inflammation excessive, lorsqu'ils sont utilisés juste avant l'insémination ou la saillie, ou au même moment.
 - L'utilisation des AINS et AIS semble controversée selon les auteurs. Certaines études montrent un retard de vidange du liquide utérin lors de l'utilisation de flunixin méglumine ou de dexaméthasone (Pascottini *et al.*, 2023). Une alternative est l'association d'un AINS avec l'ocytocine, qui permet une amélioration de la vidange utérine, ainsi qu'une diminution de l'infiltration des neutrophiles (Canisso *et al.*, 2020). D'autre part, le firocoxib, AINS COX-2 sélectif ne semble pas impacter la fertilité (Canisso *et al.*, 2020 ; Pascottini *et al.*, 2023).

Pour favoriser l'élimination du liquide inflammatoire, différents traitements sont utilisés :

- Les molécules utérokinétiques (ocytocine ou prostaglandines PGF₂α), en association avec un lavage utérin :

- l'ocytocine peut être utilisée jusqu'à une heure avant l'insémination, et entre quatre heures après l'insémination et cinq jours après l'ovulation (Canisso *et al.*, 2020) ;
 - à partir de 72 heures (trois jours) post-ovulation, les prostaglandines peuvent compromettre la formation et la fonction du corps jaune, résultant en une diminution de la concentration en progestérone (Bergfelt *et al.*, 2006).
- Le lavage utérin (à l'aide d'une solution saline stérile) :
- conseillé lorsque l'accumulation liquidienne dépasse 2 cm à l'échographie transrectale. (Pascottini *et al.*, 2023) ;
 - à partir de 4h après l'insémination, sans conséquence néfaste sur la fertilité (Morris *et al.*, 2020). La durée du trajet des spermatozoïdes jusqu'au lieu de fécondation (oviducte) est de 30 minutes (Fiala Rechsteiner et Mattos, 2008). A partir de 4 heures post-insémination, les lavages utérins ne semblent pas avoir d'effet sur le taux de gestation (Cuervo-Arango *et al.*, 2009). Plusieurs auteurs conseillent donc de réaliser le lavage utérin à partir de 4h post-insémination, pour ne pas impacter la fertilité.
 - Les lavages « préventifs » systématiques sur toutes juments ne sont pas conseillés. Le traitement par lavage doit être réservé aux juments prédisposées aux endométrites persistantes post-saillie ou à celles qui présentent une accumulation de liquide trop élevée (Katila et Ferreira-Dias, 2022).
- La mise en contact avec l'étalon stimule les décharges endogènes d'ocytocine et les contractions utérines de la jument, nécessaires à l'élimination de l'inflammation utérine (Bruyas, 2005).
- La marche de la jument peut aussi améliorer la vidange du liquide utérin. Il est conseillé de la faire marcher 10-15 minutes ou de la mettre au marcheur, plusieurs fois par jour.

g. Induction de l'ovulation et insémination de S. le 11/03 matin

Afin de diminuer la réponse inflammatoire liée à l'insémination, et d'optimiser l'insémination de S., il est choisi d'induire l'ovulation et d'inséminer S. une seule fois avec du sperme frais.

L'insémination avec du sperme réfrigéré est aussi recommandée lors de prédisposition aux endométrites persistantes post-insémination (McKinnon *et al.*, 2011). En effet, même si l'insémination avec du sperme frais est la méthode permettant de limiter le plus possible l'inflammation post-insémination, le sperme frais nécessite de disposer d'un étalon dans le même élevage que la jument à inséminer (Bruyas, 2005). L'insémination avec du sperme frais doit être

réalisée dans les 30 minutes après la récolte ; peu de propriétaires de chevaux utilisent cette méthode d'insémination (Samper et al., 2008).

Toutes les conditions pour induire l'ovulation sont remplies : jument en œstrus, utérus imprégné d'œstrogènes avec un œdème utérin marqué, et follicule préovulatoire en croissance et > 35 mm. L'induction de l'ovulation est réalisée à l'aide d'une gonadotropine soit 1 500 UI d'hCG par voie intraveineuse. En moyenne, l'induction a lieu 36 heures après le traitement d'induction d'ovulation par l'hCG (Green et al., 2007).

Après une insémination avec du sperme frais, la durée de vie des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles est de 48 à 72 heures (Tableau 4).

S. est inséminée avec du sperme frais le même jour de l'induction de l'ovulation, soit le 11/03 dans la matinée.

h. Contrôlé échographique du 11/03 après-midi

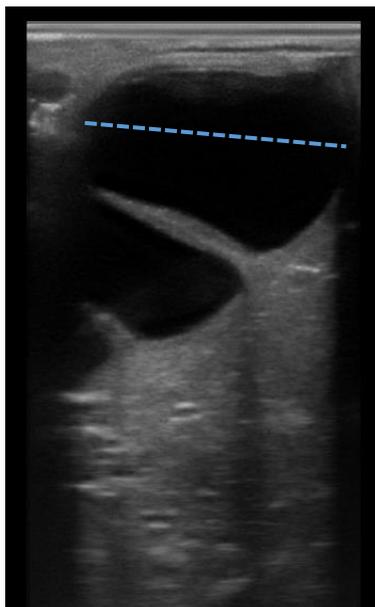
Le 11/03 dans l'après-midi, soit six heures après l'insémination, S. est échographiée d'une part pour vérifier si elle a ovulé et d'autre part pour vérifier l'absence d'endométrite post-insémination. S. manifeste toujours des signes d'œstrus (clignements de la vulve, émission de jets d'urine).

L'échographie transrectale révèle une accumulation de liquide utérin sur une hauteur de 4 cm, six heures après l'insémination (œdème pathologique de grade 5/5) (Figure 26), et dans l'ovaire gauche : un follicule de 41 mm (Figure 27) et un autre de 33 mm, dans l'ovaire droit : des petits follicules.

Figure 26 : Liquide utérin de 4 cm de hauteur, 6 heures après l'insémination (Canisso et al., 2016)



Figure 27 : Follicule de 41 mm dans l'ovaire gauche

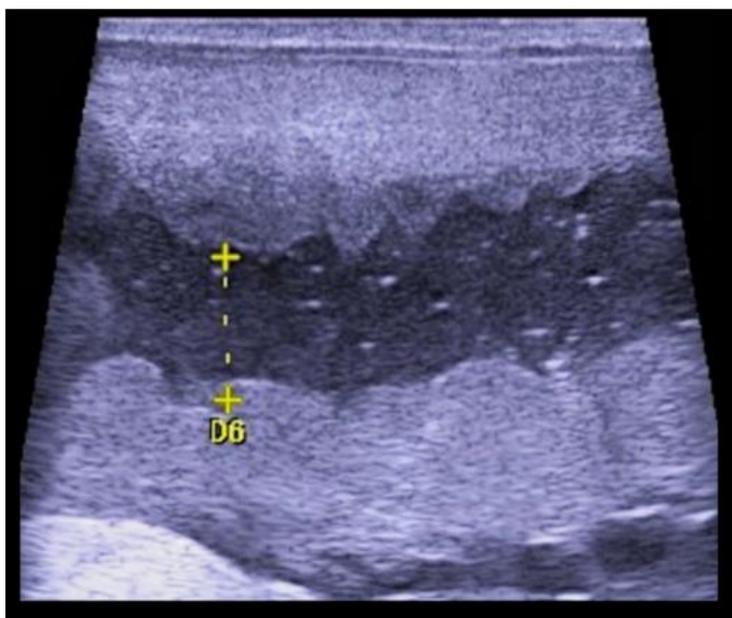


Bilan de l'examen échographique du 11/03 après-midi :

Le follicule fait la même taille que le matin (41 mm) et vous n'observez pas de corps jaune, la jument n'a donc pas ovulé. La présence de liquide utérin > 2 cm, six heures après l'insémination est compatible avec une endométrite persistante post-insémination. L'œdème utérin est de grade 5/5, correspondant à un œdème pathologique (Samper, 2010) (Figure 28).

Figure 28 : Œdème utérin pathologique de grade 5/5 (Betsch, 2024)

D6 > 2 centimètres (cm)



i. Point bibliographique sur la prise en charge de l'endométrite post-insémination

Dans ce cas, un traitement classique d'endométrite persistante post-insémination est mis en place, dans le but de favoriser l'élimination du liquide inflammatoire, à savoir :

- Un traitement utérokinétique à base de 10 à 20 UI d'ocytocine par voie intramusculaire ou intraveineuse, deux à trois fois par jour. L'ocytocine à cette dose permet d'augmenter l'amplitude des contractions utérines pendant 30 à 45 minutes (Morris *et al.*, 2020). Le traitement à l'ocytocine est habituellement administré entre quatre heures après l'insémination et cinq jours après l'ovulation, à doses répétées puisque la durée d'effet de l'ocytocine est environ 45 minutes (Canisso *et al.*, 2020). Des doses élevées d'ocytocine (40 UI) entraînent une tétanie musculaire et une diminution de l'efficacité des contractions (Canisso *et al.*, 2020). Le traitement utérokinétique à base d'ocytocine peut être utilisé seul ou en association avec un lavage utérin.
- Un lavage utérin à l'aide d'une solution isotonique de NaCl à 0,9 % ou de Ringer Lactate, à partir de quatre heures après l'insémination. Certains auteurs conseillent de commencer les lavages à partir de six heures après l'insémination (Canisso *et al.*, 2016). Durant le lavage, chaque litre de solution mis dans l'utérus est récupéré avant de mettre le suivant, jusqu'à obtenir un liquide limpide. (McKinnon *et al.*, 2011)

Dans le traitement des endométrites post-insémination, il est aussi possible d'utiliser les prostaglandines comme utérokinétiques. Par exemple, le cloprosténol permet d'induire des contractions du myomètre pendant une durée de cinq heures, soit plus longtemps que les contractions induites par l'ocytocine (45 minutes) (Canisso *et al.*, 2020). En revanche, des signes de colique peuvent être observés lors de l'utilisation de prostaglandines (contractions abdominales, sudation, tachypnée) (Canisso *et al.*, 2020). De plus, une utilisation des prostaglandines au-delà de 72 heures (3 jours) après l'ovulation peut interférer avec la formation et la fonction du corps jaune, ce qui induit une diminution de concentration en progestérone et une diminution des taux de gestation (Bergfelt *et al.*, 2006).

L'utilisation d'anti-inflammatoires par voie générale n'est pas conseillée dans la prise en charge d'endométrite post-insémination car l'inflammation reste localisée à la surface de l'endomètre et est entretenue par la présence du liquide dans la lumière utérine. La vidange du liquide utérin est suffisante pour contrôler l'inflammation. (Bruyas, 2005)

De plus, l'endométrite post-insémination est aseptique et ne nécessite pas de traitement antibiotique. Même dans le cas d'endométrites infectieuses à évolution chronique, il n'y a pas de consensus sur l'utilisation d'une antibiothérapie par voie générale car la diffusion des antibiotiques

à la surface de l'endomètre reste non objectivée. En revanche lors d'atteinte de l'état général dans le cas de métrites post-partum notamment, un traitement antibiotique systémique peut être utilisé. (Bruyas *et al.*, 2013)

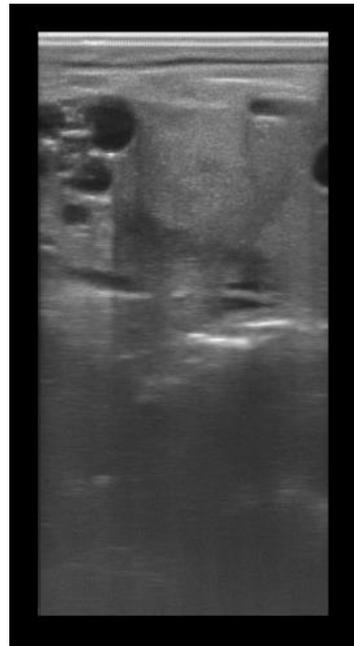
j. Evolution échographique du liquide utérin le 12/03 après-midi

Le 12/03 après-midi, soit environ 36 heures après l'induction de l'ovulation, S. est échographiée afin de suivre l'évolution du liquide utérin. S. présente toujours des signes d'œstrus. L'échographie transrectale révèle une diminution du liquide utérin qui ne s'étend plus que sur 1 cm de hauteur (Figure 30), et dans l'ovaire droit un corps jaune (Figure 30), signe d'une ovulation préalable.

Figure 29 : Liquide utérin de 1 cm de hauteur



Figure 30 : Corps jaune dans l'ovaire droit

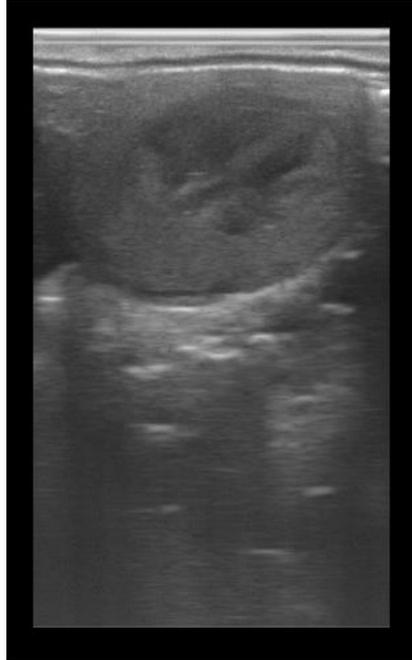


Bilan de l'examen échographique du 12/03 après-midi :

L'ovulation est donc constatée le 12/03 après-midi. Compte tenu de la présence de 1 cm de liquide dans l'utérus, le traitement de l'endométrite persistante post-insémination (lavage utérin une fois par jour et ocytocine deux à trois fois par jour) est poursuivi.

Le 13/03, le contrôle échographique révèle une absence de liquide utérin (Figure 31). Le traitement mis en place a permis l'élimination du liquide inflammatoire de l'utérus.

Figure 31 : Absence de liquide utérin le 13/03



Dès 14 jours post-ovulation, soit le 26/03, une échographie transrectale pourra être réalisée sur la jument S. afin de réaliser un diagnostic de gestation (voir Annexe 3 : Fiche Gestation et développement embryonnaire). Une visualisation de la vésicule peut être effectuée dès J10, sous réserve d'un échographe de très bonne qualité et d'un imageur entraîné.

D. Accès aux cas cliniques

Les cas cliniques dont la monographie a été faite précédemment sont accessibles depuis la plateforme informatique Moodle. Pour y accéder, il suffit de :

1. Se connecter sur EVE avec ses identifiants personnels ;
2. Choisir l'onglet « Formation initiale » ;
3. Choisir « UC 0602 – Thèse d'exercice vétérinaire » ;
4. Cliquer sur « Thèse multimédia » ;
5. Choisir l'onglet « 2024 – SIMONNET-SOUCHAL Clélia – Elaboration de cas cliniques à visée pédagogique en reproduction équine » ;
6. Parcourir les cas cliniques en sélectionnant le questionnaire souhaité.

Le lien d'accès direct est : <https://eve.vet-alfort.fr/course/view.php?id=865>.

Conclusion

L'élaboration de cas cliniques en reproduction équine constitue un outil pédagogique essentiel à l'apprentissage de cette matière à l'EnvA, enrichissant l'enseignement théorique par des expériences concrètes et pratiques. Ces cas permettent aux étudiants d'appliquer leurs connaissances, de développer leur esprit critique et de se familiariser avec les défis quotidiens rencontrés en médecine vétérinaire, notamment en reproduction équine. En analysant des situations cliniques réelles, les futurs vétérinaires acquièrent ainsi des compétences pratiques et un sens clinique plus aguerri. L'importance de ces cas cliniques réside également dans leur capacité à stimuler l'intérêt et l'engagement des étudiants dans une matière souvent délaissée par appréhension.

L'objectif de l'enrichissement de l'apprentissage grâce aux thèses multimédia est de préparer l'avenir professionnel des jeunes vétérinaires, en leur proposant un support où ils peuvent être autonomes.

L'illustration des cas cliniques avec des images échographiques récoltées lors d'un suivi de cycle permet de montrer une diversité de situations retrouvées dans la pratique quotidienne de la reproduction équine.

Le travail de recherche bibliographique d'une part sur les méthodes pédagogiques et leur évolution et d'autre part sur plusieurs notions de reproduction équine (les grades d'œdème utérin, la croissance folliculaire pré-ovulatoire, les inductions d'ovulation, les méthodes d'insémination en sperme congelé, l'ancœstrus saisonnier et la transition printanière, les endométrites post-insémination et leur traitement ...) ont permis leur présentation dans cette thèse.

Lors de la réalisation de cette thèse, beaucoup d'autres images échographiques ont été récoltées sur des thèmes non abordés dans les cas cliniques choisis et pourront potentiellement faire l'objet d'une prochaine thèse multimédia. Notamment, deux cas cliniques qui n'ont pas été développés dans le cadre de cette thèse portent pour l'un sur un urovagin secondaire à un défaut de conformation périnéale ; et pour l'autre sur un prolongement de phase lutéale secondaire à la persistance d'un corps jaune ou secondaire à la présence d'un follicule anovulatoire lutéinisé. Les images échographiques de ces deux-cas sont déjà disponibles et pourront être utilisées lors d'une prochaine thèse pour compléter les cas cliniques en reproduction équine sur la plateforme EVE.

Liste des références bibliographiques

- AGREENIUM (2018) Le référentiel national de formation vétérinaire. *In Agreenium*. [<https://www.agreenium.fr/page/le-referentiel-national-de-formation-veterinaire>] (consulté le 27/05/2024).
- ALBERO, B. (2011) Le couplage entre pédagogie et technologies à l'université : cultures d'action et paradigmes de recherche. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education* vol. 8, n° 1-2, p. 11-21. [<https://doi.org/10.7202/1005779ar>]
- ALBERO, B., CHARIGNON, P. (2008) E-pédagogie à l'université : moderniser l'enseignement ou enseigner autrement ? Paris, Agence de Mutualisation des Universités et Etablissements.
- AMAR, J. (2023) Enrichissement et élargissement de l'hôpital virtuel de la plateforme Moodle à la médecine équine : création de cas cliniques en pathologie respiratoire équine. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- BARRIER-BATTUT, I., DOLIGEZ, P., VIDAMENT, M. (2017) L'induction de l'ovulation. *In Equipedia IFCE*. [<https://equipedia.ifce.fr/elevage-et-entretien/elevage/reproduction/induction-de-l-ovulation>] (consulté le 27/06/2024).
- BERGFELT, D.R., PIERSON, R.A., GINTHER, O.J. (2006) Regression and resurgence of the CL following PGF2 α treatment 3 days after ovulation in mares. *Theriogenology* vol. 65, n° 8, p. 1605-1619. [<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.024>]
- BETSCH, J.-M. (2024) La jument est restée vide en octobre : je fais quoi ? *In Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, 11 janvier*. Clinique équine de Méheudin.
- BOUCHET, A. (2020) Création d'un support pédagogique numérique interactif sur un cas clinique en médecine équine. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- BRINSKO, S.P., BLANCHARD, T.L., VARNER, D.D., *et al.* (2010) *Manual of Equine Reproduction*, 3e édition. Maryland Heights, Elsevier Health Sciences.
- BRUNCHER, C. (2024) Enrichissement de l'hôpital virtuel équin de la plateforme Moodle : création de cas cliniques en pathologie musculaire. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- BRUYAS, J.-F. (2005) Endométrites post-saillie ou post-insémination : approches thérapeutiques et préventives. *Pratique Vétérinaire Equine* vol 37, n° 147, p.5-17.
- BRUYAS, J.-F. (2003) Approche étiologique des anœstrus non saisonniers de la jument. *Pratique Vétérinaire Equine* vol 35, n° 139, p.5-12.
- BRUYAS, J.-F., PAUL, S. (2008) Suivi ovarien et induction de l'ovulation. *Journal National GTV*, p. 681-697.
- BRUYAS, J.-F., PUYT, J.-D., HERMANGE, T., *et al.* (2013) Thérapeutique anti-infectieuse raisonnée des métrites et endométrites de la jument. *Pratique Vétérinaire Equine* vol 45 n° 177, p.7-16.

- CANISSO, I.F., SEGABINAZZI, L.G.T.M., FEDORKA, C.E. (2020) Persistent Breeding-Induced Endometritis in Mares—A Multifaceted Challenge: From Clinical Aspects to Immunopathogenesis and Pathobiology. *International Journal of Molecular Sciences* vol. 21, n° 4, p. 1432. [<https://doi.org/10.3390/ijms21041432>]
- CANISSO, I.F., STEWART, J., COUTINHO DA SILVA, M.A. (2016) Endometritis: Managing Persistent Post-Breeding Endometritis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Advances in Diagnostic and Therapeutic Techniques in Equine Reproduction* vol. 32, n° 3, p. 465-480. [<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2016.08.004>]
- CLULOW, J., GIBB, Z. (2022) Liquid storage of stallion spermatozoa – Past, present and future. *Animal Reproduction Science* vol. 247, p. 107088. [<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.107088>]
- CONSEIL NATIONAL DE L'ORDRE DES VÉTÉRINAIRES (2023) Vétérinaire : un diplôme, une profession, des métiers. In *L'Ordre des Vétérinaires*. [<https://www.veterinaire.fr/system/files/files/2023-01/Veterinaire-brochure-pap-2023-bdef.pdf>] (consulté le 10/06/2024).
- CUERVO-ARANGO, J., AGUILAR, J., NEWCOMBE, J.R. (2009) Effect of type of semen, time of insemination relative to ovulation and embryo transfer on early equine embryonic vesicle growth as determined by ultrasound. *Theriogenology* vol. 71, n° 8, p. 1267-1275. [<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.12.020>]
- CUERVO-ARANGO, J., NEWCOMBE, J.R. (2008) Repeatability of preovulatory follicular diameter and uterine edema pattern in two consecutive cycles in the mare and how they are influenced by ovulation inductors. *Theriogenology* vol. 69, n° 6, p. 681-687. [<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.11.019>]
- DAOUDI, I. (2020) Support pédagogique audiovisuel et interactif sur une sélection d'interventions chirurgicales courantes en pratique équine. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- DEPOVER, C., STREBELLE, A. (1998) Pour un design intégré des logiciels multimédia à finalité éducative. *La Sorbonne/Le CNAM, Biennale de l'Education et de la formation : débats sur les recherches et les innovations*.
- DORDAS-PERPINYÀ, M., NORMANDIN, L., DHIER, T., *et al.* (2020) Single injection of triptorelin or buserelin acetate in saline solution induces ovulation in mares the same as a single injection of hCG. *Reproduction in Domestic Animals* vol. 55, n° 3, p. 374-383. [<https://doi.org/10.1111/rda.13632>]
- DUGUET, A., MORLAIX, S. (2018) Le numérique à l'université : facteur explicatif des méthodes pédagogiques ? *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* vol. 34, n° 3. [<https://doi.org/10.4000/ripes.1682>]
- ELSEVIER (2023a) Appliquer les principes de pédagogie active en pédagogie de la santé. In *Elsevier*. [<https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/appliquer-les-principes-de-pedagogie-active-en-pedagogie-de-la-sante>] (consulté le 07/03/2024).
- ELSEVIER (2023b) Comment construire un cas clinique pédagogique en santé ? In *Elsevier*. [<https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/comment-construire-un-cas-clinique-pedagogique-en-sante>] (consulté le 27/05/2024).

- FIALA RECHSTEINER, S., MATTOS, R. (2008) Sperm distribution in the oviduct and uterus of mares within two hours after artificial insemination. *Pferdeheilkunde Equine Medicine* vol. 24(1), p. 96-98. [<https://doi.org/10.21836/PEM20080120>]
- FITZGERALD, B.P., MCMANUS, C.J. (2000) Photoperiodic Versus Metabolic Signals as Determinants of Seasonal Anestrus in the Mare¹. *Biology of Reproduction* vol. 63, n° 1, p. 335-340. [<https://doi.org/10.1095/biolreprod63.1.335>]
- GENTRY, L.R., THOMPSON, D.L., GENTRY, G.T., *et al.* (2002) The relationship between body condition, leptin, and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. *Journal of Animal Science* vol. 80, n° 10, p. 2695-2703. [<https://doi.org/10.2527/2002.80102695x>]
- GINTHER, O.J., GASTAL, E.L., GASTAL, M.O., *et al.* (2008) Dynamics of the Equine Preovulatory Follicle and Perioovulatory Hormones: What's New? *Journal of Equine Veterinary Science* vol. 28, n° 8, p. 454-460. [<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.07.008>]
- GREEN, J., RAZ, T., EPP, T., *et al.* (2007) Relationships Between Utero-Ovarian Parameters and the Ovulatory Response to Human Chorionic Gonadotrophin (hCG) in Mares. *Proceedings of the Annual Convention of the AEEP* vol. 53, p. 563-567.
- GUIHARD, C. (2014) Suivi des images échographiques de l'utérus et du col au cours de l'oestrus chez la jument: recherche de critères de prédiction de l'ovulation. Thèse d'exercice vétérinaire. Nantes, Oniris.
- INSTITUT FRANÇAIS DU CHEVAL ET DE L'ÉQUITATION (2023) Annuaire ECUS 2023. In *IFCE*. [<https://statscartes.ifce.fr//storage/files/3/Annuaire-ECUS-2023.pdf>] (consulté le 07/03/2024).
- KATILA, T., FERREIRA-DIAS, G. (2022) Evolution of the Concepts of Endometriosis, Post Breeding Endometritis, and Susceptibility of Mares. *Animals* vol. 12, n° 6, p. 779. [<https://doi.org/10.3390/ani12060779>]
- LA DÉPÊCHE VÉTÉRINAIRE (2018) 668 places proposées au concours vétérinaire 2022, dont 160 pour la voie post-bac. In *La Dépêche Vétérinaire*. [https://www.depecheveterinaire.com/668-places-proposees-au-concours-veterinaire-2022-dont-160-pour-la-voie-post-bac_679D51873869A667.html] (consulté le 30/03/2024).
- LAROUSSE (2024) Enseignement. In *Larousse*. [<https://www.larousse.fr/>] (consulté le 07/04/2024).
- LE ROBERT (2024) Apprentissage. In *Le Robert*. [<https://dictionnaire.lerobert.com/>] (consulté le 07/04/2024).
- LEPP, M., LUIK, P., TARK, T.M. (2022) How Can Web Lessons Be Taught to Reduce Screen Fatigue, Motivational, and Concentration Problems in Different Disciplines? *Frontiers in Sociology* vol. 7. [<https://doi.org/10.3389/fsoc.2022.871770>]
- L'ETUDIANT (2016) Écoles vétérinaires: 550 places ouvertes en 2017. In *L'Étudiant*. [<https://www.letudiant.fr/etudes/medecine-sante/ecoles-veterinaires-550-places-ouvertes-au-concours-en-2017.html>] (consulté le 30/03/2024).
- MAGNIER, J. (2023) Élaboration d'un hôpital virtuel des équidés en ligne sur la plateforme Moodle avec des cas de boiterie postérieure. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

- MCCUE, P.M., LOGAN, N.L., MAGEE, C. (2007) Management of the transition period: physiology and artificial photoperiod. *Equine Veterinary Education* vol. 19, n° 3, p. 146-150. [<https://doi.org/10.2746/095777307X186514>]
- MCKINNON, A.O., SQUIRES, E.L., VAALA, W.E., *et al.* (2011) *Equine Reproduction*, 2e édition. Chichester, John Wiley & Sons.
- MILLER, C.D. (2008) Optimizing the use of frozen–thawed equine semen. *Theriogenology*, Proceedings of the Annual Conference of the Society for Theriogenology vol. 70, n° 3, p. 463-468. [<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.037>]
- MORRIS, L.H.A., MCCUE, P.M., AURICH, C. (2020) Equine endometritis: a review of challenges and new approaches in: *Reproduction Volume 160 Issue 5 (2020)*. *Society for Reproduction and Fertility 2020*. [<https://doi.org/10.1530/REP-19-0478>]
- NICOLLE-MIR, L. (2019) Temps passé devant un écran, portable allumé la nuit : impacts sur la qualité du sommeil et l'état de forme des adolescents. *Environnement, Risques & Santé* vol. 18, n° 4, p. 309-310.
- OBSERVATOIRE NATIONAL DÉMOGRAPHIQUE DE LA PROFESSION VÉTÉRINAIRE (2023) Atlas démographique 2023 de la profession vétérinaire. *In* *Ordre National des Vétérinaires*. [<https://www.veterinaire.fr/system/files/files/2023-12/ATLAS-NATIONAL-2023%20V07122024.pdf>] (consulté le 07/03/2024).
- ONIRIS (2022) Augmentation du nombre de vétérinaires formés en France. *In* *Oniris Nantes*. [<https://www.oniris-nantes.fr/ecole/toutes-les-actualites/vue-detaillee/augmentation-du-nombre-de-veterinaires-formes-en-france>] (consulté le 30/03/2024).
- PASCH, L., STEFANOVSKI, D., DOBBIE, T., *et al.* (2024) Factors affecting pregnancy rates in mares bred with cryopreserved semen. *Journal of Equine Veterinary Science* vol. 141, p. 105167. [<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2024.105167>]
- PASCOTTINI, O.B., AURICH, C., ENGLAND, G., *et al.* (2023) General and comparative aspects of endometritis in domestic species: A review. *Reproduction in Domestic Animals* vol. 58, n° S2, p. 49-71. [<https://doi.org/10.1111/rda.14390>]
- RAUCENT, B., VERZAT, C., NIEUWENHOVEN, C.V., *et al.* (2021) *Accompagner des étudiants - Quels rôles pour l'enseignant ? Quels dispositifs ? Quelles mises en œuvre ?* De Boeck Supérieur.
- RAYNAL, F., RIEUNIER, A. (2014) *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés - Apprentissage, formation, psychologie cognitive*, 10e édition., Philippe Meirieu. ESF - Sciences humaines.
- SAMPER ET AL. (2008) *Equine Breeding Management and Artificial Insemination*, 2e édition. Saint-Louis, Saunders Elsevier.
- SAMPER, J.C. (2010) A review of a practitioner's perspective on endometrial edema. *Pferdeheilkunde Equine Medicine* 26(1):14-18, DOI:10.21836/PEM20100103.
- SAMPER, J.C. (2009) Artificial insemination with frozen semen. *In* *Equine Breeding Management and Artificial Insemination*, 2e édition. Saint-Louis, Elsevier Health Sciences, p. 175-183.
- UNILASALLE (2023) *Ecole vétérinaire UniLaSalle*. *In* *UniLaSalle*. [<https://www.unilasalle.fr/formations/ecole-veterinaire>] (consulté le 21/08/2024).

VANELLE, A.-M., SAÏ, P. (2017) Mission de conseil sur les applications des méthodes de formation basées sur la simulation dans les écoles nationales vétérinaires. *Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, CGAAER (Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux n° Rapport n°16098.*

WATSON, E.D. (2000) Post-breeding endometritis in the mare. *Animal Reproduction Science* vol. 60-61, p. 221-232. [[https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00110-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00110-X)]

Annexe 1 : Fiche Anatomie de l'appareil reproducteur de la jument

Fiche anatomie de l'appareil reproducteur de la jument

Des rappels anatomiques de l'appareil reproducteur de la jument sont visibles sur les figures ci-dessous (Brinsko *et al.*, 2010). La figure 1 vous montre la conformation interne normale de l'appareil reproducteur, de la vulve jusqu'aux ovaires. La figure 2 vous montre la conformation externe normale de l'appareil reproducteur à savoir la vulve, et sa position par rapport à l'anus et au périnée.

Figure 1 : Appareil reproducteur de la jument, en vue dorsale (Brinsko *et al.*, 2010). La traduction des légendes vous est donnée en bleu. L'abréviation ar.ov signifie artère ovarique.

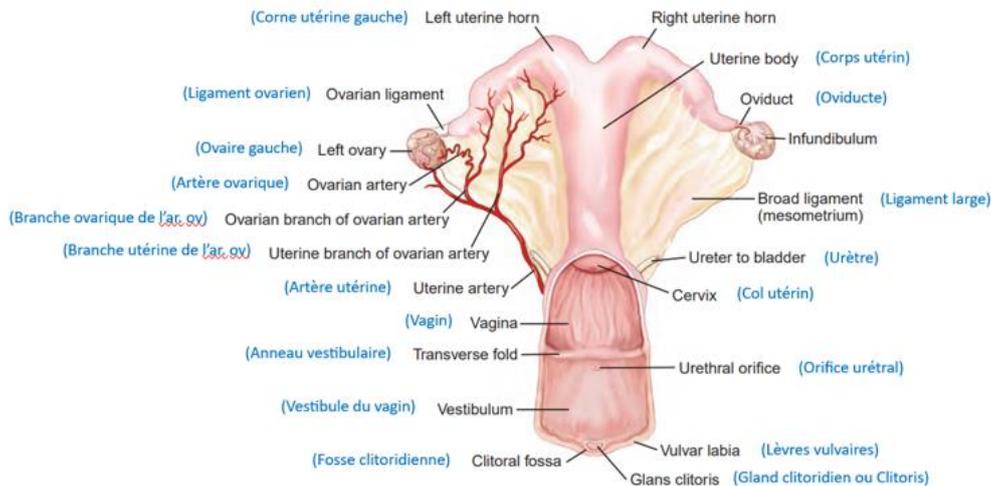


Figure 2 : Conformation de l'appareil reproducteur externe de la jument (Brinsko *et al.*, 2010)



L'appareil reproducteur est composé de trois barrières anatomiques entre le milieu extérieur et l'utérus afin de préserver l'environnement utérin : la vulve, l'anneau vestibulaire et le col de l'utérus. Les qualités de chacune de ces barrières vont être détaillées ci-dessous.

La vulve

Qualités de la vulve :

- **Verticalité** (figure 3) de la vulve par rapport au sol
- **Position de la vulve par rapport au plancher du bassin** : le bord dorsal de la commissure des lèvres doit être situé entre 1 et 1,5 cm au-dessus de l'ischium (plancher du bassin) (figure 4). Le plancher du bassin peut être palpé avec l'index et le majeur de part et d'autre de la vulve (figure 5). La fente vulvaire s'étend sur 12 à 15cm (Brinsko *et al.*, 2010).

A retenir : les 2/3 de la vulve doivent se situer en-dessous du plancher du bassin (Linton, 2022).

- **Hauteur du périnée** (tissu musculaire séparant le bord ventral de l'anus et le début de la fente vulvaire) : 5 à 7 cm
- **Lèvres vulvaires fermes et hermétiques** : La palpation des lèvres vulvaires se fait entre le pouce et index. Elles doivent être toniques et fermes et l'ouverture des lèvres ne doit pas entraîner de bruits d'entrée d'air (figure 6).

Figure 3 : Conformation externe normale de la vulve (verticale)

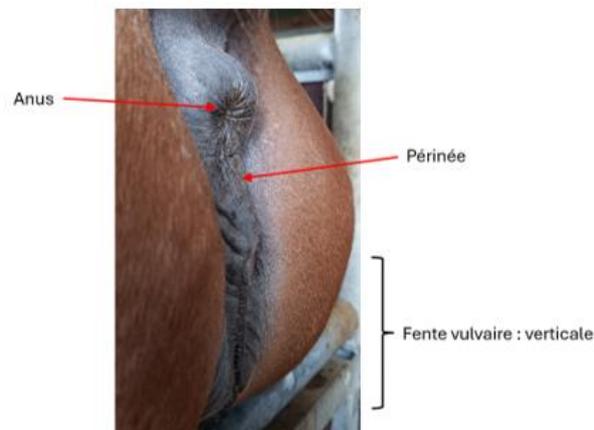
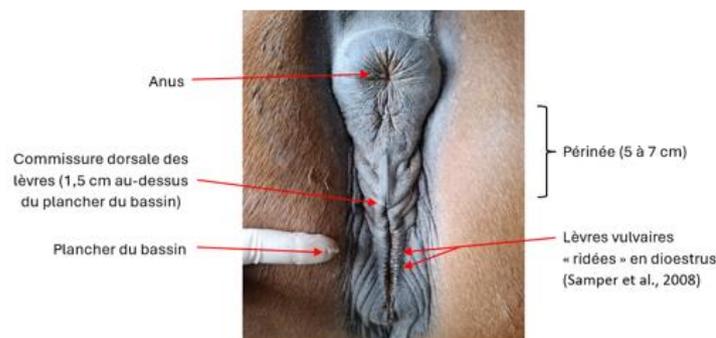


Figure 4 : Position normale de la vulve



2

Figure 5 : Conformation externe de la vulve après vulvoplastie (technique de Caslick)

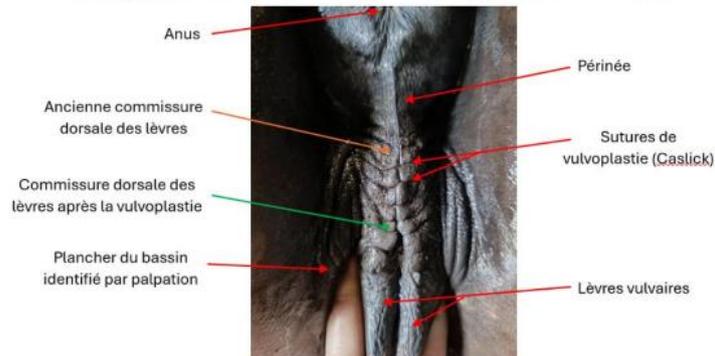
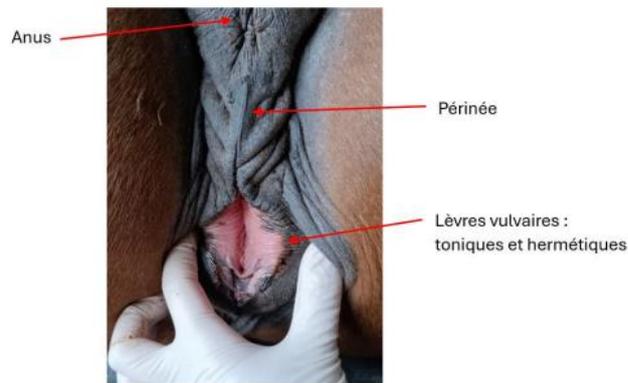


Figure 6 : Ouverture des lèvres vulvaires



Anomalies vulvaires :

- **Position** de la vulve : un bord dorsal de la vulve trop haut (plus de 5 cm au-dessus de l'ischium)
- **Tonicité des lèvres** : des lèvres vulvaires flasques. Cette anomalie prédispose à l'entrée d'air dans le vagin (pneumovagin), pouvant évoluer en contamination de l'utérus
- **Angle de la vulve** : une vulve horizontalisée. La conformation de **vulve de « mule »** correspond à une vulve qui repose horizontalement sur le plancher du bassin avec un anus trop avancé entre les tubérosités ischiales (figure 7). Cette anomalie se retrouve plus souvent chez les juments âgées, multipares et maigres, ainsi que chez les Pur-Sangs (Samper et al., 2008). Elle prédispose aux contaminations fécales et secondairement, aux vaginites et aux endométrites.

Sans rentrer dans les détails des techniques chirurgicales de l'appareil reproducteur femelle, la figure 5 vous présente un exemple d'anomalie vulvaire (bord dorsal de la vulve trop haut) corrigée par vulvoplastie.

Figure 7 : Vulve de « mule » (Brinsko *et al.*, 2010)



Anneau vestibulaire

L'anneau vestibulaire est la jonction entre le vestibule et le vagin. Il se situe environ 10 à 12 cm crânialement à la vulve. Le vestibule de la jument présente une inclinaison ventro-dorsale, et le vagin s'horizontalise crânialement à l'anneau vestibulaire.

Chez les jeunes juments pas encore mises à la reproduction, il est possible de trouver au niveau de cette jonction vestibulo-vaginale l'hymen, une membrane fibreuse qui sépare complètement le vagin du vestibule et qui « ferme » l'anneau vestibulaire (Samper *et al.*, 2008).

Le vestibule est formé de muscles constricteurs et constitue la principale barrière aux contaminations extérieures en empêchant par exemple l'entrée d'air dans le vagin. Il est évalué physiquement en écartant les lèvres vulvaires (figure 8).

Les muscles composant l'anneau vestibulaire peuvent présenter une perte de tonicité et ainsi entraîner une incompétence de ce dernier. Ce défaut peut être détecté par un bruit d'aspiration émis lors de l'écartement des lèvres (figure 9). Cette anomalie prédispose au pneumovagin et secondairement, aux endométrites.

Point pratique : L'inclinaison ventro-dorsale du vestibule implique une orientation ascendante à 45° de la main lors des palpations vaginales ou du pistolet à insémination lors des inséminations artificielles.

Figure 8 : Visualisation de l'anneau vestibulaire

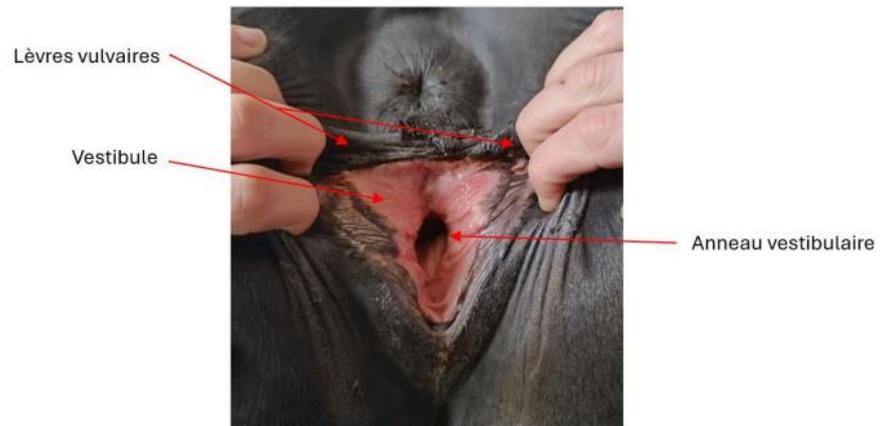


Figure 9 : Visualisation de l'anneau vestibulaire anormal à gauche et normal à droite. (McKinnon *et al.*, 2011)



Col de l'utérus

Le col de l'utérus (« cervix » en anglais) est une barrière anatomique qui sépare le vagin et le corps de l'utérus. Le col de l'utérus peut être décrit physiquement comme un sphincter, de 5 à 8 cm de longueur et 2 à 5 cm de diamètre. Son extrémité caudale fait protrusion dans le fornix du vagin sur 2 à 4 cm de long (Samper et al., 2008). Sa particularité est d'être un organe dynamique : sa position anatomique (ouvert ou fermé) et ses sécrétions varient au cours du cycle de la jument (figure 10). Pendant l'œstrus (période où la jument est réceptive à l'étalon et caractérisée par la prédominance hormonale des oestrogènes), le col de l'utérus est relâché (mou à la palpation) et ouvert, il sécrète un mucus au rôle de lubrifiant des voies génitales. Pendant le dioestrus ou la gestation, le col utérin est tonique et fermé, il sécrète un mucus épais et diminue le passage de bactéries ou de matériel étranger dans l'utérus.

Point pratique :

L'évaluation du col de l'utérus se fait d'abord par palpation transrectale (environ jusqu'à mi-avant-bras, parfois au niveau du coude), et permet d'objectiver une sorte de « boudin » moins long qu'une main et de texture variable (mou et difficilement palpable lors de l'œstrus, et tonique en dioestrus ou pendant la gestation).

La suite de l'évaluation du col de l'utérus se fait par palpation vaginale stérile : après trois nettoyages de la vulve au savon neutre ou iodé, la palpation est réalisée à l'aide de gants de fouille stériles. En dioestrus, lorsque le col est fermé, un boudin tonique (texture d'une saucisse) est palpable en position horizontale, au milieu de la paroi crâniale du vagin (Figures 10 et 11 à droite). Il est conseillé d'en faire le tour avec deux doigts pour rechercher d'éventuelles lacérations ou adhérences. Pendant l'œstrus, le col est relâché et tombe sur le plancher du vagin la plupart du temps (texture d'un poulpe) (Figures 10 et 11 à gauche, Figure 12). Il existe en revanche une exception à ce changement de texture lors de l'œstrus si le col est fibrosé, il garde alors une texture plus dure. Il est possible d'introduire 1 à 3 doigts à l'intérieur pour juger de son ouverture, notamment en vue d'une potentielle insémination.

La position et l'ouverture du col utérin peuvent aussi être observées directement à l'œil nu à l'aide d'un vaginoscope (Figures 11 et 12). Le vaginoscope permet d'objectiver la couleur du col utérin, de mettre en évidence des adhérences présentes sur le col utérin, ou encore de dépister un urovagin (accumulation d'urine dans le vagin).

Figure 10 : Position et ouverture du col de l'utérus au cours de l'oestrus à gauche et du dioestrus à droite
(McKinnon *et al.*, 2011)

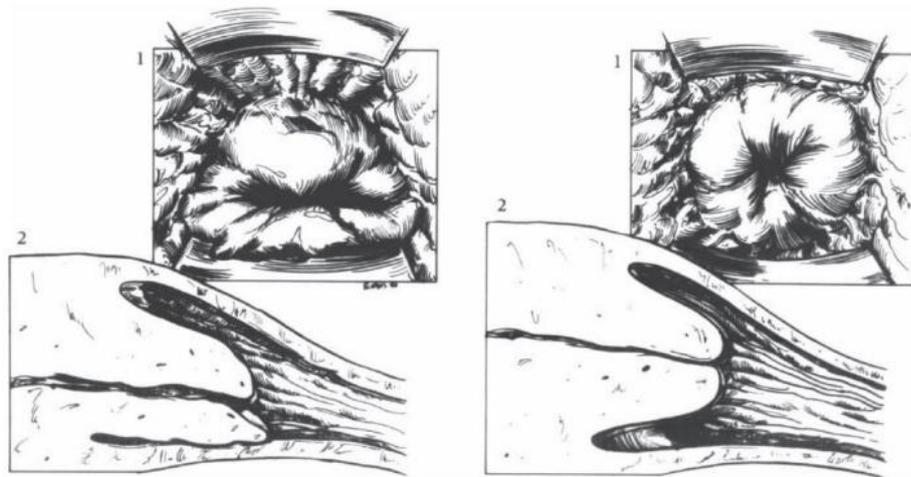
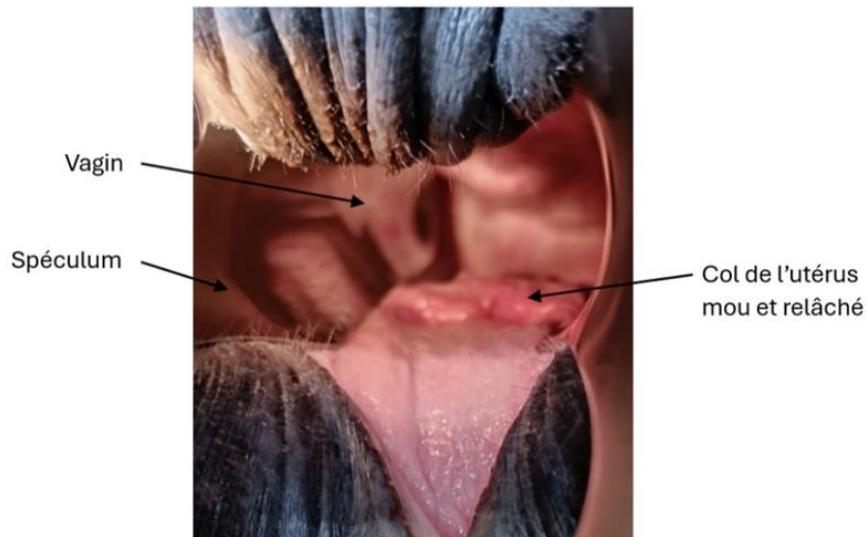


Figure 11 : Aspect du col de l'utérus au cours de l'oestrus à gauche et du dioestrus à droite,
observé au vaginoscope (Samper *et al.*, 2008)



Figure 12 : Observation du col au cours de l'œstrus à l'aide d'un vaginoscope



Bibliographie

- BETSCH, J.-M. (2024) La jument est restée vide en octobre : je fais quoi ? *In Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, 11 janvier. Clinique équine de Méheudin.*
- BRINSKO, S.P., BLANCHARD, T.L., VARNER, D.D., *et al.* (2010) *Manual of Equine Reproduction*, 3e édition. Maryland Heights, Elsevier Health Sciences.
- LINTON, J. (2022) Case 13.1 - Urovagina. *In Orsini, J.A., Grenager, N.S., de Lahunta, Comparative Veterinary Anatomy.* Academic Press, p. 772-778. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91015-6.00060-1>]
- MCKINNON, A.O., SQUIRES, E.L., VAALA, W.E., *et al.* (2011) *Equine Reproduction*, 2e édition. Chichester, John Wiley & Sons.
- SAMPER ET AL. (2008) *Equine Breeding Management and Artificial Insemination*, 2e édition. Saint-Louis, Saunders Elsevier.

Annexe 2 : Fiche Cycle de la jument et rôle des hormones

Fiche Cycle de la jument et rôle des hormones

Période de reproduction et saisonnalité

La jument est une espèce **polyœstrienne saisonnière** : plusieurs cycles œstraux se succèdent sur une saison donnée de l'année.

La période de reproduction de la jument s'étend de **mars-avril** à **septembre-octobre** (figure 1). En effet, l'activité sexuelle de la jument est saisonnée et dépend de la photopériode (nombre d'heures de lumière quotidienne) : elle est stimulée par les jours longs. Le signal de l'augmentation de la photopériode perçue par la rétine est transmis à l'épiphyse ou glande pinéale, qui inhibe alors la sécrétion de mélatonine. La diminution de la quantité de mélatonine stimule la sécrétion de **GnRH**¹ par l'hypothalamus, et la GnRH stimule la sécrétion de **LH**² et de **FSH**³ par l'hypophyse ou glande pituitaire (figure 2). Ces deux hormones hypophysaires stimulent alors l'activité ovarienne, notamment la croissance folliculaire et l'ovulation.

L'**anœstrus saisonnier** qui s'étend d'octobre-novembre à février-mars (jours courts) est la période de **repos ovarien** secondaire à la diminution du nombre d'heures de lumière quotidienne. En effet, la **diminution de la photopériode** stimule la sécrétion de mélatonine par l'épiphyse, ce qui inhibe ensuite la sécrétion de GnRH et de FSH et LH (figure 2). Les ovaires et les follicules qu'ils contiennent sont petits et il n'y a pas d'ovulation durant cette période (McKinnon *et al.*, 2011).

Il existe deux **transitions saisonnières** : la transition automnale entre la période d'activité sexuelle et l'anœstrus et la transition printanière entre l'anœstrus et la période d'activité sexuelle. Au cours de la période de transition, les chaleurs sont irrégulières, silencieuses et anovulatoires. En effet, les follicules peuvent continuer leur croissance sans ovuler (figure 1), ou encore s'atrophier. Durant la transition printanière, certaines juments peuvent montrer des signes de chaleurs, bien qu'**aucune ovulation** ne soit encore observée.

Figure 1 : Cycle saisonnier de la Jument (Constant *et al.*, 2023)

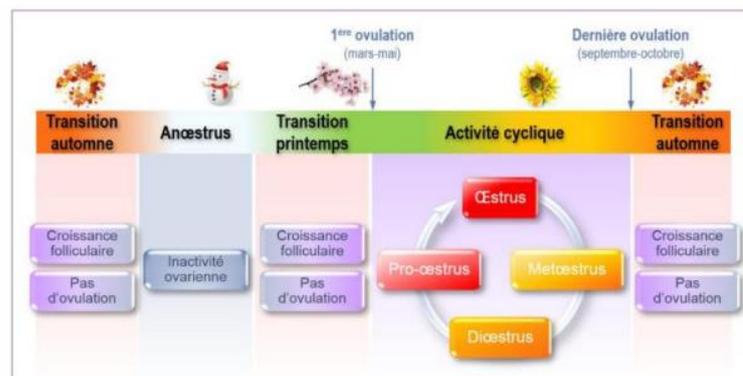
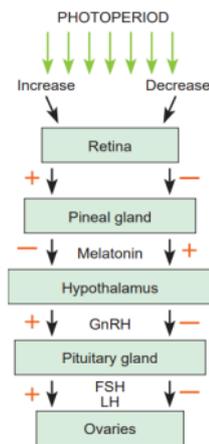


Figure 2 : Influence de la photopériode sur le cycle de la Jument (Brinsko *et al.*, 2010)



Caractéristiques du cycle œstral

Le **cycle œstral** correspond aux modifications physiologiques, structurales et comportementales entre deux œstrus, qui surviennent lors de la période reproductrice. Il est composé d'un **œstrus**, défini comme la période où la jument est réceptive à l'étalon et caractérisée par la prédominance hormonale des **œstrogènes**⁴, et d'un **dioestrus** (figure 1), durant lequel la jument n'est pas réceptive à l'étalon, et qui se caractérise par la prédominance hormonale de la **progestérone**⁵.

L'ensemble des modifications comportementales de la jument au moment de l'œstrus, c'est-à-dire au moment où elle accepte l'étalon, correspond aux **chaleurs**. Les **chaleurs** de la jument se manifestent par des clignements de la vulve (éversions répétées du clitoris), une queue relevée, une augmentation de la fréquence de miction, une position de lordose (dos en extension), des hennissements plus fréquents (dans le but de communiquer avec l'étalon). La présence de ces signes est variable d'une jument à l'autre : certaines juments peu expressives, ainsi que les juments suitées (accompagnées de leur poulain) peuvent cacher leurs signes de chaleurs. La mise en présence d'un étalon « souffleur » (mâle entier utilisé pour stimuler les juments en chaleurs) est parfois réalisée pour détecter les signes de chaleurs, ce test est appelé en pratique le « test de la barre ». La présence des signes de chaleurs est très inconstante même en présence de l'étalon. Ce test s'avère plus utile pour mettre en évidence une absence de chaleurs, avec un refus de l'étalon par la jument qui se manifeste par des oreilles en arrière, des plaintes vocales de la jument, des fouaillements de la queue ou encore des coups de sabot. La méthode la plus spécifique pour vérifier qu'une jument est en œstrus reste l'échographie transrectale.

Les manifestations comportementales étant variables chez la jument, il est important d'observer aussi les **modifications structurales** au niveau des ovaires (présence ou absence de corps jaune à l'échographie,

nombre et taille des follicules) et de l'utérus (grade d'œdème utérin), qui seront abordées dans les cas cliniques. Les modifications de la tonicité du col abordées dans la fiche sur l'anatomie de l'appareil reproducteur de la jument sont aussi indicateurs du stade du cycle œstral, sans être un outil diagnostique certain notamment pour les juments ayant un col fibrosé.

Tout au long de la période reproductrice (mars-avril à septembre-octobre), plusieurs cycles œstraux se succèdent. Le cycle de la jument est alors qualifié de **polyœstrien** (plusieurs œstrus).

La durée du cycle œstral de la jument est de **21 jours** : nombre de jours qui séparent deux ovulations. **L'ovulation** est l'événement qui définit le premier jour du cycle (J0).

Il existe deux phases pendant le cycle œstral :

➤ **Phase lutéale** (de J0 = ovulation à J14-15 = lutéolyse) :

Durant la phase lutéale, il se produit le développement, le maintien puis la lyse du corps jaune. Au moment de **l'ovulation (J0)**, le follicule dominant se vide de son contenu (liquide folliculaire, cellules de la granulosa et ovocyte) par la fosse d'ovulation en quelques minutes et la cavité du follicule finit par se collapsier (Samper et al., 2008). Dès les 8h post-ovulation, du sang remplit le follicule qui devient alors un **corps hémorragique** (Cuervo-Arango et Newcombe, 2013). Le tissu lutéal se développe et s'organise au sein du corps hémorragique, qui devient alors un **corps jaune** en 24 à 56 heures après l'ovulation (Cuervo-Arango et Newcombe, 2013). Tout au long de sa vie (12 à 14 jours), le corps jaune sécrète de la **progestérone** qui inhibe la sécrétion de LH responsable de l'ovulation et d'œstrogènes responsables de la manifestation de l'œstrus, ce qui empêche l'expression des chaleurs (malgré la présence de follicules en croissance). La concentration de progestérone augmente progressivement de J1 à J6, où elle atteint un plateau maximal et reste élevée jusqu'à J14-J15 en l'absence de gestation (courbe verte, figure 3).

A J14-J15, on observe un pic de concentration de **prostaglandines F2α** (PGF2 α)⁶ sécrétées par l'endomètre, qui conduit à la lyse du corps jaune (courbe jaune, figure 3). La concentration en progestérone diminue ensuite et atteint moins de 1 ng/mL dans les 40 heures après la décharge de PGF2α (McKinnon et al., 2011).

Durant la phase lutéale, une à deux augmentations de la concentration en **FSH** sont observées, responsables de l'initiation de la vague folliculaire (courbe violette, figure 3).

➤ **Phase folliculaire** (J15 à J21) :

Une vague folliculaire commence avec le **recrutement** de plusieurs follicules (environ 6 mm de diamètre) à J7, sous l'influence de l'augmentation de la **FSH** (courbe violette entre J7 et J13, figure 3 ; figure 4). La croissance folliculaire se poursuit avec la **sélection** et la **croissance du follicule dominant**, sous contrôle de la **LH** (McKinnon et al., 2011). Le follicule dominant en croissance est responsable de la sécrétion d'œstrogènes qui permettent la manifestation de l'œstrus.

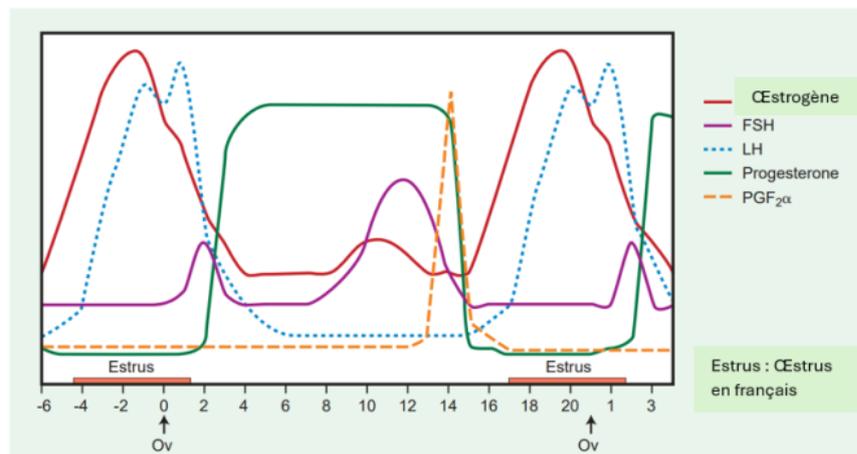
L'**œstrus** qui se caractérise par la période où la jument est réceptive à l'étalon, commence durant la phase folliculaire. L'apparition des chaleurs à **J18-J20** (J0 étant le jour de la précédente ovulation) est sous la dépendance de la forte concentration circulante en **œstrogènes**⁶ (Samper et al., 2008). L'œstrus a une **durée variable** chez la jument (3 à 12 jours), mais dure en moyenne **6 à 7 jours**. La variabilité de cette durée est individuelle mais dépend aussi de la saison : les chaleurs sont plus longues en début de saison et sont plus courtes à partir du mois de juillet (McKinnon *et al.*, 2011).

Chez la jument, l'augmentation de la concentration en LH est progressive et les fortes concentrations en LH déclenchent l'**ovulation** du follicule dominant à 42mm de diamètre en moyenne (McKinnon *et al.*, 2011). Il est important de noter la variabilité du diamètre du follicule ovulatoire dans l'espèce équine : entre 34 et 70 mm (Cuervo-Arango et Newcombe, 2008). L'ovulation a lieu environ **24 à 48h avant la fin de l'œstrus**.

Le cheval est la seule espèce où la femelle présente un **pic de LH après l'ovulation**.

L'œstrus se termine environ **24h à 48h après l'ovulation** (Constant *et al.*, 2023), lorsque la concentration en progestérone sécrétée par le corps jaune dépasse la concentration en œstrogènes (courbes verte et rouge, figure 3).

Figure 3 : Les sécrétions hormonales au cours du cycle œstral de la Jument (Brinsko *et al.*, 2010)



Chez 20% des juments, il existe une vague folliculaire durant la phase lutéale, sous l'influence d'une augmentation moindre de la concentration en FSH (courbe violette entre J1 et J3, figure 3) (Ginther *et al.*, 2004). Bien que cette augmentation en FSH soit moindre, l'ovulation d'un follicule peut avoir lieu et un deuxième corps jaune se forme alors pendant la phase lutéale. La présence d'un deuxième corps jaune peut entraîner un allongement de la phase lutéale si celui-ci est âgé de moins de 5 jours, et donc résistant aux prostaglandines lors du signal lutéolytique de l'endomètre qui a lieu entre J13 et J16.

Rappel : un **corps jaune** est sensible aux prostaglandines uniquement à **partir de 5 jours post-ovulation**.

Figure 4 : Schématisation d'une vague folliculaire (Aurich, 2011)

Day of cycle	Stage of the cycle	Hormone concentration in the peripheral circulation	Occurrence within the (later) dominant follicle
7	Development of the follicular wave	• FSH ↑	• Emergence • Growth (all follicles of the wave)
13	Follicle deviation	• FSH ↓ • Oestradiol-17β ↑ • Inhibin ↑	• Continued growth (3 mm per day) • Activation of deviation mechanisms: • Sensitivity to FSH ↑ • Free IGF-1 ↑ • Inhibin ↑ • Oestradiol ↑
17	Beginning of the preovulatory phase	• LH ↑ • Oestradiol-17β ↑	• Continued growth (3 mm per day)
19	Preovulatory phase	• LH → • Oestradiol-17β ↑	• Stagnation of growth • Maturation (characteristic pattern in the expression of different factors, e.g. PGE ↑, PGF _{2α} ↑, prostaglandin dehydrogenase ↑)
21	Ovulation	• LH ↑ • Progesterone ↑	• Granulosa cells → luteinization • Progesterone ↑ • Vascularization ↑

Double ovulation chez la jument

Une **double ovulation** est observée chez certaines juments : un à deux follicules peuvent ovuler au cours d'un même cycle œstral. Les deux ovulations peuvent être synchrones (moins de 12 heures d'écart) ou asynchrones (jusqu'à deux jours d'écart). Dans certains cas, la double ovulation peut concerner deux follicules dominants d'une même vague folliculaire (Aurich, 2011).

Il existe plusieurs prédispositions concernant les doubles ovulations : les juments âgées et les races comme les Pur-Sang et les chevaux de selle (Brinsko *et al.*, 2010), et la période de mars à mai semble plus propice pour observer des doubles ovulations (McKinnon *et al.*, 2011). Une prédisposition génétique est suspectée si les juments présentent plus de 70% de double ovulation au cours de leurs cycles œstraux (Brinsko *et al.*, 2010).

La double ovulation peut entraîner la présence de **deux vésicules embryonnaires** si les deux ovocytes sont fécondés. Il est donc important de toujours **vérifier la présence d'une deuxième vésicule**, après avoir trouvé la première lors d'un diagnostic de gestation. Une gestation gémellaire chez la jument présente de nombreux risques, qui ne seront pas détaillés dans cette partie.

Point sur les hormones citées

1. **GnRH** = Gonadotropin Releasing Hormone
 - Sécrétée par l'hypothalamus (figure 5)
 - Stimule la production de FSH et de LH par l'hypophyse.

2. **LH** = Luteinizing Hormone.
 - Sécrétée par l'hypophyse.
 - Assure la **sélection** et la **dominance** lors de la croissance folliculaire. Selon (Pastorello *et al.*, 2022), le phénomène de sélection (« deviation » en anglais) est déterminé par la diminution de FSH, et l'augmentation de LH. La LH continue d'augmenter après la phase de sélection et influence la **mise en place du follicule dominant**, jusqu'à atteindre un pic 1 jour post-ovulation (McKinnon *et al.*, 2011). **Ce pic post-ovulation est une spécificité de la jument.**
 - Assure l'**ovulation** et la **lutéinisation** du corps jaune. L'augmentation de LH entraîne la rupture du follicule ovarien (ovulation). La cavité ouverte du follicule ovulé se remplit de sang, et devient un corps hémorragique avant de se transformer en corps jaune (*corpus luteum*).

3. **FSH** = Follicle Stimulating Hormone
 - Sécrétée par l'hypophyse
 - Assure le **recrutement** de plusieurs follicules lors de la phase lutéale. Selon (Pastorello *et al.*, 2022), les deux plus grands follicules croissent en parallèle (un follicule dominant et un follicule accessoire) jusqu'à atteindre respectivement 23 et 20 mm. Lors de la phase de sélection : le follicule dominant croit plus vite, et le follicule accessoire ralentit sa croissance.

4. **Œstrogènes** :
 - Sécrétées par le **follicule en croissance**, et par l'unité foeto-placentaire à partir de 60 jours de gestation.
 - Assurent l'expression du comportement des **chaleurs**, et la modification des voies génitales propices à l'acceptation du mâle.
 - La concentration en œstrogènes fait un **pic 2 jours avant l'ovulation**. Les œstrogènes stimulent la production de LH par l'hypophyse, ce qui entraîne l'ovulation.

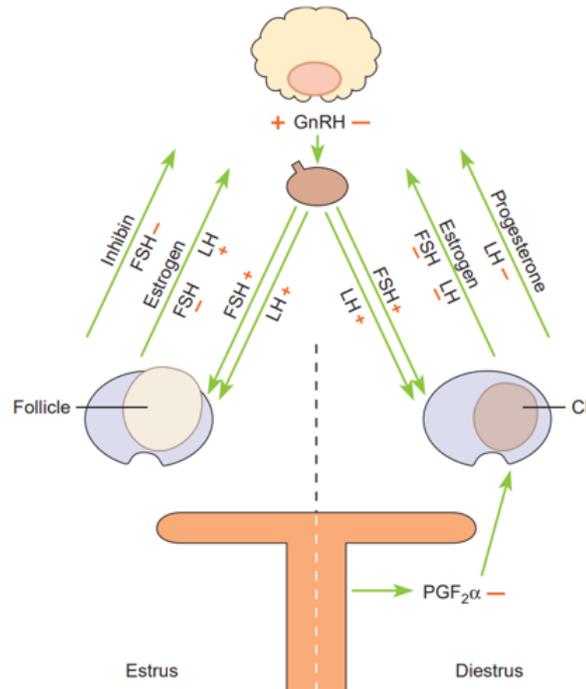
5. Progestérone :

- Sécrétée par le **corps jaune** formé suite à l'ovulation, qui reste en place 12 à 14 jours, avant sa lutéolyse à J14-15.
- Pendant la **phase lutéale**, la concentration en progestérone est **maximale 6 jours post-ovulation et reste haute** ([PRG] 6 à 10 ng/mL). La progestérone inhibe la sécrétion de LH par l'hypophyse, et inhibe la sécrétion d'œstrogènes responsables de la manifestation de l'œstrus. La libération de prostaglandines par l'endomètre à J14-J15 a un effet lutéolytique, ce qui entraîne la chute du taux de progestérone. Ceci marque la fin de la phase lutéale.
- Pendant l'œstrus, la concentration en progestérone est basse ([PRG] < 1 ng/mL).
- La progestérone assure aussi le **maintien de la gestation**. Si l'ovocyte est fécondé, l'embryon émet un signal anti-lutéolytique au 16^{ème} jour de gestation. Ce signal inhibe la sécrétion de prostaglandines par l'endomètre et assure ainsi un maintien du corps jaune. Le blocage du signal lutéolytique de l'endomètre par l'embryon est appelé la « **reconnaissance maternelle** » de la gestation. Le **corps jaune primaire** qui reste en place est responsable de la sécrétion de progestérone à des concentrations importantes pendant le **premier mois de gestation**. Dès le **2^{ème} mois de gestation**, les **cupules endométriales** (structures anatomiques propres à la jument, issues de l'invasion de l'endomètre par l'embryon) se mettent en place. Elles sécrètent l'**equine chorionic gonadotrophin (eCG)**, détectables dans le sang **entre 45 et 120-150 jours de gestation**. Cette hormone a une action comparable à la FSH et la LH sur les follicules et stimule ainsi la production des corps jaunes accessoires. A partir du **40^{ème} à 60^{ème} jour de gestation**, les **corps jaunes accessoires** se mettent en place et assurent ainsi la sécrétion de progestérone aux côtés du corps jaune primaire. A partir de 150 jours de gestation, tous les corps jaunes régressent et une diminution du taux de progestérone est ainsi observée. A partir de 120 jours de gestation, la sécrétion de progestérone est aussi assurée par l'unité foeto-placentaire et n'est plus assurée que par l'**unité foeto-placentaire** à partir du **150^{ème} jour de gestation** (McKinnon *et al.*, 2011).

6. Prostaglandine PGF2 α

- Sécrétée par l'**endomètre** pendant le dioestrus (figure 5)
- Assurent la **lutéolyse du corps jaune sensible** (âgé de plus de 5 jours)
- La libération de prostaglandines par l'endomètre est aussi régulée par l'ocytocine, hormone sécrétée par l'hypothalamus. L'ocytocine a donc aussi un rôle important dans la lutéolyse du corps jaune.

Figure 5 : Les interactions hormonales sur l'activité reproductrice (Brinsko *et al.*, 2010)



Bibliographie

- AURICH, C. (2011) Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, Special Issue: Reproductive Cycles of Animals vol. 124, n° 3, p. 220-228. [https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.005]
- BRINSKO, S.P., BLANCHARD, T.L., VARNER, D.D., *et al.* (2010) Manual of Equine Reproduction, 3e édition. Maryland Heights, Elsevier Health Sciences.
- CONSTANT, F., MAUFFRÉ, V., TIRET, L. (2023) Cours UC0317 - Connaissance et maîtrise de la reproduction. Maisons-Alfort, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- CUERVO-ARANGO, J., NEWCOMBE, J.R. (2013) Ultrasound Confirmation of Ovulation in Mares: A Normal Corpus Luteum or a Haemorrhagic Anovulatory Follicle? *Reproduction in Domestic Animals* vol. 48, n° 1, p. 105-111. [https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02039.x]
- CUERVO-ARANGO, J., NEWCOMBE, J.R. (2008) Repeatability of preovulatory follicular diameter and uterine edema pattern in two consecutive cycles in the mare and how they are influenced by ovulation inductors. *Theriogenology* vol. 69, n° 6, p. 681-687. [https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.11.019]
- DONADEU, F., PEDERSEN, H. (2008) Follicle Development in Mares. *Reproduction in Domestic Animals* vol. 43, n° s2, p. 224-231. [https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01166.x]
- GINTHER, O.J., GASTAL, E.L., GASTAL, M.O., *et al.* (2004) Comparative Study of the Dynamics of Follicular Waves in Mares and Women. *Biology of reproduction* vol. 71, n° 4, p. 1195-1201. [https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.031054]
- MCKINNON, A.O., SQUIRES, E.L., VAALA, W.E., *et al.* (2011) Equine Reproduction, 2e édition. Chichester, John Wiley & Sons.
- PASTORELLO, M., GASTAL, M.O., GODOI, D.B., *et al.* (2022) Emergence and selection of the dominant follicle and gonadotropin dynamics in postpartum lactating versus non-postpartum cycling mares. *Reproductive Biology* vol. 22, n° 2, p. 100618. [https://doi.org/10.1016/j.repbio.2022.100618]
- SAMPER ET AL. (2008) Equine Breeding Management and Artificial Insemination, 2e édition. Saint-Louis, Missouri, Saunders Elsevier.

Annexe 3 : Fiche Gestation et développement embryonnaire

Fiche Gestation et développement embryonnaire

Quelques rappels

Durée de gestation variable : **325 à 365j** (en moyenne 336j) (Betsch, 2024)

Il est important de différencier la prématurité de la dysmaturité d'un poulain :

- **Prématurité** : naissance **avant 320 jours** de gestation
- **Dysmaturité** : naissance **à terme** d'un poulain ayant des signes de retard de maturité (poulain trop petit, faible, avec des oreilles molles...)

Dates clés du développement embryonnaire

- **J0 : Ovulation** puis fécondation → formation du zygote (une cellule dont le noyau résulte de la fusion du pronucleus d'un spermatozoïde et du pronucleus d'un ovocyte)
- Développement de l'embryon au stade 2 cellules, 4 cellules, 8 cellules puis au stade morula dans l'oviducte
- **J6 : Arrivée de l'embryon dans l'utérus**
 - Au stade de **blastocyste** (figure 1) : composé du blastocœle (cavité liquidienne), d'une masse cellulaire interne (cellules non différenciées), du trophoblaste (épithélium qui constitue la partie externe du blastocœle), et de la zone pellucide. Le conceptus est composé de la masse cellulaire interne et du trophoblaste (figure 1).
 - Rupture de la **zone pellucide** (Mugnier, 2009)
 - Maintien de l'embryon dans une **capsule glycoprotéique** (La vésicule embryonnaire ne connaît pas d'éclosion comparable aux autres espèces)

La **capsule** est une particularité de l'espèce équine :

- Capsule glycoprotéique sécrétée par les cellules du trophoblaste du conceptus
- En place du **6^{ème} jour au 22^{ème} jour** de gestation environ (Geisert et Spencer, 2021)
- Maintient la **forme sphérique** de la vésicule embryonnaire et empêche l'allongement de la vésicule observé chez les autres Mammifères (figure 2)
- Permet une grande **mobilité** de la vésicule dans la lumière utérine jusqu'à son **immobilisation au 16^{ème} jour** (Brinsko *et al.*, 2010). Entre J12 et J14, la vésicule embryonnaire parcourt jusqu'à 14 fois le trajet entre les deux extrémités des cornes utérines (McGeady *et al.*, 2017).
- Intervient dans la **reconnaissance maternelle de la gestation** (Geisert et Spencer, 2021). Le signal anti-lutéolytique de l'embryon empêche ainsi la libération de prostaglandines par l'endomètre entre J14 et J16.
- Permet la **visualisation précoce de la vésicule embryonnaire par échographie transrectale** (dès le 9^{ème} ou 10^{ème} jour de gestation selon Brinsko *et al.*, 2010). La précocité de visualisation dépend aussi de l'échographe et de l'imageur. En pratique, le 1^{er} diagnostic de gestation est souvent réalisé à J14 (à cette date, l'utérus d'une jument gestante est différenciable de l'utérus d'une jument en chaleurs, et on un repère de taille de la vésicule qui mesure environ 14mm).

Figure 1 : Schéma d'un blastocyste
(Constant *et al.*, 2023)

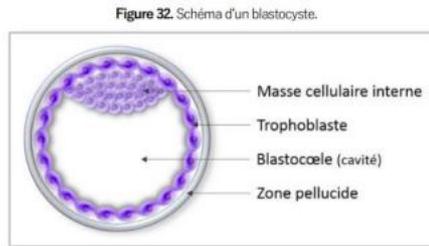
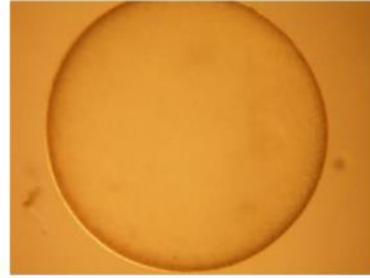


Figure 2 : Conceptus de cheval récolté à J7 dans l'utérus,
entouré de sa capsule (Aurich et Budik, 2015)



- Entre J6 et J16 : Période de mobilité de la vésicule embryonnaire dans l'utérus
- **J10** : Premier jour où la vésicule embryonnaire est visualisable par échographie transrectale. Ce jour dépend aussi de l'expérience de l'imageur
- **J16** : **Immobilisation de la vésicule embryonnaire** sur la paroi de l'endomètre, à la base d'une des cornes utérines
- **J21** : Amnios formé, régression du sac vitellin progressivement remplacé par l'allantoïde
- **J21** : **Disparition de la capsule**, permettant le contact entre le trophoblaste et l'endomètre maternel (Carter, 2021)
- **J25** : Formation de l'**allantochorion**
- **J40** : Mise en place du **placenta définitif**

Point sur les annexes fœtales : sac vitellin, chorion, amnios, allantoïde

Sac vitellin :

- 1^{ère} annexe à se développer : à **J8**, il est formé par des cellules issues de la masse cellulaire interne (d'abord par l'endoderme extra-embryonnaire, ensuite doublé par le mésoderme extra-embryonnaire)
- **J11** : contact entre le sac vitellin et le chorion (McKinnon *et al.*, 2011)
- **J21** : **dissolution de la capsule embryonnaire**, permettant le contact entre le trophoblaste et l'épithélium utérin, et ainsi les échanges sanguins entre le fœtus et l'endomètre maternel. (Carter, 2021). Le **placenta choriovitellin** (figure 3), responsable des échanges fœto-maternels est donc fonctionnel à J22, jusqu'à **J40** environ (McGeady *et al.*, 2017)
- Fonction du sac vitellin : assure la **nutrition** de l'embryon dans les premiers jours de gestation, grâce à la placentation chorio-vitelline permettant les échanges sanguins entre la mère et l'embryon jusqu'à J40 environ (McGeady *et al.*, 2017)

Chorion :

- Enveloppe la plus externe, le chorion renferme l'embryon et les autres annexes extra-embryonnaires (l'amnios et l'allantoïde)
- Formé à partir du trophoblaste et du mésoderme extra-embryonnaire (Geisert et Spencer, 2021)
- A partir de **J25** : multiplication de cellules trophoblastiques au niveau de la jonction entre l'allantoïde en croissance et le sac vitellin en régression. A partir de **J35**, les cellules du trophoblaste forment la ceinture chorionique qui entoure l'embryon au niveau de la jonction entre l'allantoïde et le sac vitellin (Geisert et Spencer, 2021). Entre **J36 et J38**, les cellules de la ceinture chorionique envahissent l'endomètre maternel, pour former les **cupules endométriales** à **J45** (cf encadré sur les cupules endométriales ci-après).
- **J45** : chorion en contact direct avec l'endomètre maternel, à travers les cupules endométriales

Amnios :

- Membrane délimitant le sac amniotique (cavité liquidienne) dans lequel le fœtus se développe
- Formé à J21, pendant la gastrulation
- Fonctions de l'amnios :
 - Fournir à l'embryon puis au fœtus un environnement protégé résistant à la pression (Ghosh, 2013)
 - Rôle de barrière entre l'embryon et l'allantoïde, qui contient les déchets produits par le fœtus (McKinnon *et al.*, 2011)
 - Rôle de lubrifiant durant la parturition (mise-bas) (Ghosh, 2013)

Allantoïde :

- Formé à partir de **J21-22** (rupture de la capsule) par l'endoderme
- Délimite une cavité liquidienne
- **J25** : fusion entre l'allantoïde et le chorion, responsable de la formation de l'**allantochorion** (figure 3 et 4)
- A partir de **J40**, l'allantochorion est en contact étroit et fait protrusion dans l'endomètre maternel, ce qui correspond au début de la formation de la **placentation définitive**
- Fonctions de l'allantoïde :
 - Vascularisation du chorion permettant au placenta allantochorionique d'assurer les échanges nutritifs et gazeux pour le développement de l'embryon
 - Extension de la vessie fœtale par le canal de l'Ouraque pour faciliter le stockage des déchets rénaux.

Figure 3 : Organisation des annexes fœtales à J30 (McGeady et al., 2017)

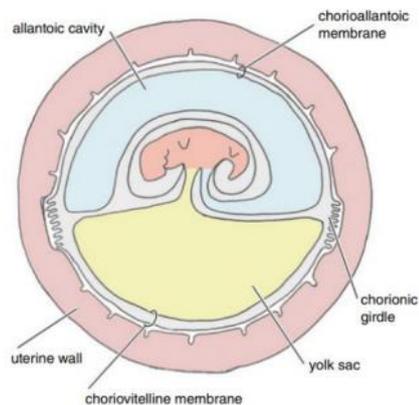


Figure 4 : Embryon et annexes extra-embryonnaires à J33 (Geisert et Spencer, 2021)



Placentation définitive : J40

La placentation de la jument est **diffuse** (totalité du chorion apposé à l'endomètre maternel) et **épithéliochoriale**, le placenta se compose de **6 couches** entre le sang du fœtus et celui de la mère :

- Endothélium des capillaires fœtaux
- Tissu conjonctif fœtal
- Epithélium chorionique (chorion)
- Epithélium utérin (endomètre)
- Tissu conjonctif utérin
- Endothélium des capillaires maternels

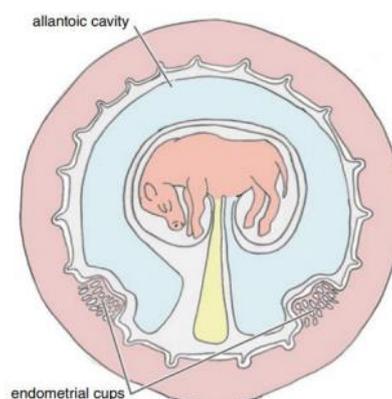
Particularité du placenta équin : les cupules endométriales (figure 5)

- A partir de **J25**, les cellules trophoblastiques se multiplient au niveau de la jonction entre l'élargissement de l'allantoïde et la régression du sac vitellin, pour former la **ceinture chorionique** (figure 3).
- Entre **J36 et J38**, la ceinture chorionique migre dans l'endomètre et envahit les glandes endométriales pour former les cupules endométriales.
- Les **cupules endométriales** sont en place à partir de **J45**.
- Les cupules persistent environ 60 à 80 jours et ont disparu de l'utérus à **J100-120**. (Geisert et Spencer, 2021)
- Elles sécrètent l'**equine chorionic gonadotropin (eCG)** (détectable dans le sang maternel entre J35-42 et J120 – J150). L'eCG stimule la formation des **corps jaunes secondaires** à partir de **J40**. Les corps jaunes (primaire en place entre J0 et J35-40 et secondaires en place entre J40 et J150) sont responsables de la production de progestérone durant les 5 premiers mois de gestation. (McKinnon *et al.*, 2011)

Figure 5 : Cupules endométriales à J42
(Geisert et Spencer, 2021)



Figure 6 : Organisation du fœtus et de ses annexes à J70 (McGeady et al., 2017)



Point sur les hormones sécrétées lors de la gestation (figure 7)

- Progestagènes

- Progestérone sécrétée par le **corps jaune primaire** en place à partir de 5 jours de gestation, jusqu'à J40 environ
- Progestérone sécrétée par les **corps jaune secondaires** entre **J40 et J150** (McKinnon *et al.*, 2011)
- Analogues de la progestérone : 5 α -pregnanes sécrétés par l'**unité foeto-placentaire** à partir de J100-120 (aussi appelée **relais placentaire**).
- A partir de **J150**, la concentration en progestérone diminue suite à la régression des corps jaunes, mais la concentration totale en progestagènes augmente grâce au relais placentaire (Samper *et al.*, 2008).
- Dans le **dernier mois de gestation**, la concentration en progestérone et en progestagènes totaux augmente. L'augmentation est plus rapide la dernière semaine de gestation (Samper *et al.*, 2008).
- Dans les heures ou dans les 1 à 2 jours précédant le part, la concentration en progestagènes totaux diminue fortement (Samper *et al.*, 2008).

- Equine chorionic gonadotropin

- Sécrétée par les **cupules endométriales**
- Détectable entre J40 et J120 dans le sang maternel (Brinsko *et al.*, 2010)

- Œstrogènes

- Sécrétées par l'**unité foeto-placentaire** à partir de J60 : le placenta synthétise les œstrogènes à partir d'un précurseur androgène produit par les gonades fœtales (Samper *et al.*, 2008).
- Détectables dans le sang maternel à partir de J60-J100 jusqu'au terme
- Atteignent un pic de concentration entre J150 et J270 (McKinnon *et al.*, 2011)

Quelles hormones sont dosables lors d'un diagnostic de gestation ?

- **Entre J40 et J120 (de la 6^{ème} semaine à la fin du 4^{ème} mois de gestation) : eCG + Progestérone**
 - **eCG** (sécrétée par les cupules endométriales en place à partir de J45, jusqu'à J100-120) : elle est détectable dans le sang maternel jusqu'à J120 environ (figure 7)
 - Si [eCG] > 10 UI/mL, la jument est gestante entre 40 et 120 jours ;
 - Si [eCG] < 1 UI/mL, la jument n'est pas gestante, ou la gestation date de moins de 40 jours ou plus de 150 jours ;
 - Si [eCG] est comprise entre 1 et 10 UI/mL, le résultat est en faveur d'une gestation entre 40 et 120 jours, mais avec un risque d'avortement (Vetodiag, 2024).
 - **Progestérone** (sécrétée par les corps jaunes entre 5 jours et 150 jours de gestation) : le dosage de la progestérone est un outil diagnostique d'exclusion de la gestation, car des risques de faux positifs existent en cas de sécrétion de progestérone par un corps jaune lors de la phase lutéale de la jument cyclée (Brinsko *et al.*, 2010).
 - Si [PRG] < 1,5 ng/mL entre 20 jours et 150 jours post-saillie, absence de gestation de moins de 5 mois ;
 - Si [PRG] > 4 ng/mL, le résultat est compatible avec une gestation, ou un corps jaune sécrétant ;
 - Si [PRG] > 9 ng/mL, le résultat est en faveur d'une gestation entre 5 semaines et 5 mois (Vetodiag, 2024).
- **Après J120 : Estradiol + Progestagène**
 - **Estradiol** > 400 pmol/L si la jument est gestante de plus de 5 mois (LabOniris, 2018)
 - **Progestérone** (NB : Risque de faux négatifs pour la progestérone seule après J120 car l'unité foeto-placentaire sécrète peu de progestérone et sécrète d'autres progestagènes non dosables : les 5 α -pregnanes.) (Brinsko *et al.*, 2010). La concentration en progestérone réaugmente au cours du dernier mois de gestation (Samper *et al.*, 2008).
- En cas de doute sur la date de saillie, il est conseillé de réaliser le dosage des trois hormones (progestérone, estradiol et eCG) (LabOniris, 2018)

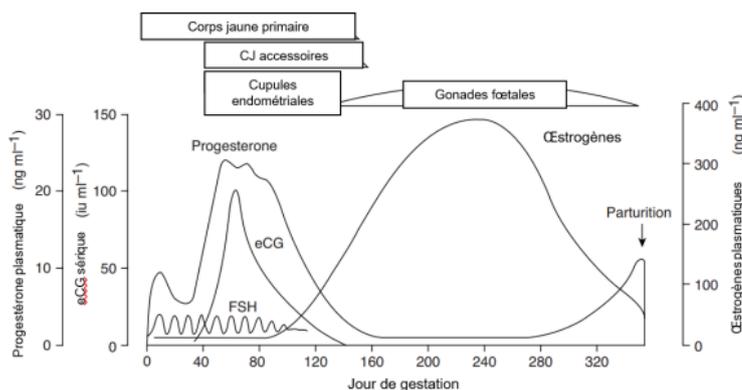


Figure 7 : Evolutions hormonales au cours de la gestation (McKinnon *et al.*, 2011)

Qu'est-ce que la palpation transrectale peut révéler lors de la gestation ?

- **J14-J16** : Le col utérin est **tonique** si la jument est gestante. En l'absence de gestation, à J14-J16 post-ovulation, l'utérus est imprégné d'œstrogènes et est généralement relâché et mou, à l'exception des cols fibrosés. La palpation du col utérin peut donc déjà donner une indication de non-gestation à ce stade, mais le diagnostic de gestation ne peut pas être confirmé.
- **J28-J30** : Déformation palpable à la main au niveau d'une corne utérine, qui correspond à la vésicule embryonnaire
- **J50-J75** : Vésicule embryonnaire ovoïde de la taille d'un **melon (10 cm de diamètre)**
- **3^{ème} mois** : Le sac allantoïdien continue de grandir et l'utérus commence à descendre dans la cavité abdominale sous l'effet du poids du fœtus et de ses annexes (Jainudeen et Hafez, 2000).
- **4^{ème} – 5^{ème} mois** : Le sac allantoïdien peut être comparé à une « **bombe à eau** », le fœtus peut rebondir sous la main si une légère pression régulière est exercée sur cette poche liquidienne. L'utérus est descendu dans la cavité abdominale de la jument : si la bifurcation des cornes est palpable à ce stade, c'est qu'il n'y a pas de gestation.
- **7^{ème} – terme** : Le fœtus est facilement palpable. L'utérus commence à remonter (Jainudeen et Hafez, 2000).

Qu'est-ce qui peut être observé à l'échographie lors de la gestation ?

- **J10** : vésicule de 2-3 mm visible à l'échographie. A ce stade, la vésicule est difficilement observable (la sensibilité de l'échographie ne dépasse pas 70%) (Samper et al., 2008)
- **J14** : vésicule de **14 mm**
- **J16** : **immobilisation** de la vésicule à la base d'une des deux cornes (Samper et al., 2008)
- **J21** : **embryon** visible dans au pôle ventral de la vésicule (le sac vitellin repousse l'embryon dans le pôle ventral) (figure 8)
- **A partir de J24** : **montée de l'embryon** entouré de l'amnios vers le pôle dorsal de la vésicule, accompagnant le développement de l'allantoïde (figure 9)
- **J25** : apparition des **battements cardiaques**
- **J28** : vésicule divisée en **deux parties** : la partie dorsale correspond au sac vitellin en régression, la partie ventrale correspond à l'allantoïde en développement (figure 9)
- **J40** : l'embryon est au **plafond** de la vésicule (figure 10)
- **J50** : l'embryon redescend vers le **plancher** de la vésicule, grâce à l'élongation du cordon ombilical (figure 11)

Figure 8 : Organisation de l'embryon et des annexes fœtales à J22 (McKinnon *et al.*, 2011)

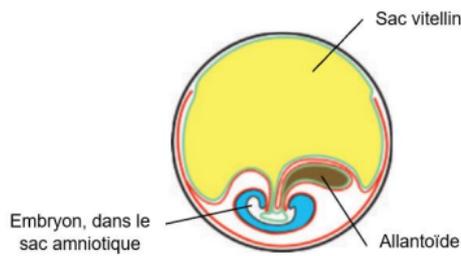


Figure 9 : Organisation de l'embryon et des annexes fœtales à J30 (McKinnon *et al.*, 2011)

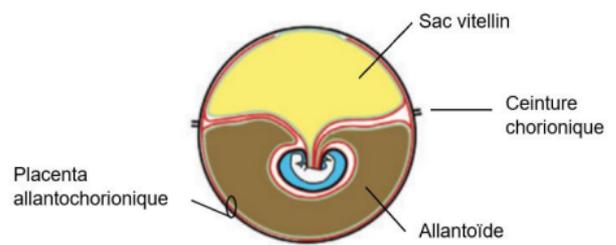


Figure 10 : Organisation de l'embryon et des annexes fœtales à J40 (McKinnon *et al.*, 2011)

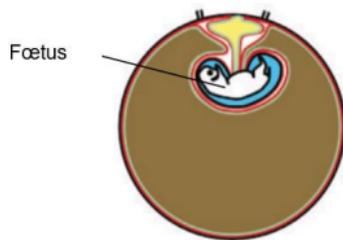
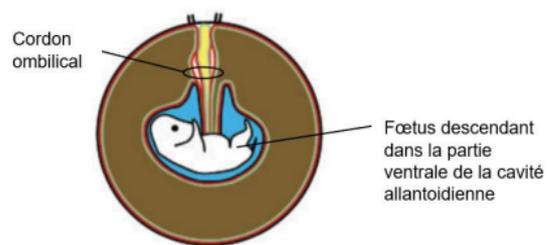


Figure 11 : Organisation de l'embryon et des annexes fœtales à J45 (McKinnon *et al.*, 2011)



En pratique, quand les diagnostics de gestation (DG) peuvent-ils être réalisés ?

- **1^{er} DG entre J12 et J16 :**

- A J12 : la probabilité de détecter une vésicule embryonnaire par échographie transrectale est de 98-100% (McKinnon *et al.*, 2011).
- Le premier DG est à réaliser **avant l'immobilisation à J16** en raison de la probabilité d'une gestation gémellaire chez la jument. En effet, si deux vésicules sont observées, il est conseillé d'écraser une vésicule à la main avant son immobilisation dans l'utérus, soit avant J16. (Hodder *et al.*, 2008)

- **1^{ère} confirmation après J25 :** l'embryon est visible dans la vésicule et à partir de J25, les battements cardiaques sont visibles.

(NB : Les périodes de sexage ainsi que les images échographiques sont décrites en « bonus » mais ne sont pas à maîtriser en A5)

- **1^{er} sexage possible entre J60 et J80 :** Le **tubercule génital** (structure hyperéchogène bilobée) est observable par échographie transrectale entre J60 et J90. Le tubercule génital est observé selon l'axe formé par les deux postérieurs et la base de la queue (figure 12). Le tubercule génital est visualisé sur la ligne **entre les deux postérieurs** dans le cas d'un **mâle** (figure 13), ou **à côté de la base de**

la queue dans le cas d'une **femelle** (figure 14). A partir de J80, le fœtus descend dans la partie la plus ventrale de l'utérus dans le liquide allantoïdien et devient plus difficile d'accès par échographie transrectale. (McKinnon *et al.*, 2011)

- **2^{ème} intervalle durant lequel le sexage est possible** : entre J90 et J150. La période idéale est entre **J110 et J120**, durant laquelle les organes génitaux sont bien développés. Chez la femelle, le **clitoris** et les **glandes mammaires** sont visualisés (figures 15 et 16), alors que chez le mâle, le **prépuce** et le **pénis** sont visualisés (figures 17 et 18). (McKinnon *et al.*, 2011)
- **3^{ème} intervalle durant lequel le sexage est possible** : entre J150 et J260. Durant cette période, **l'échographie transabdominale** permet de sexer le fœtus. A ce stade, les **loges scrotales** sont visualisées chez le mâle (figure 19) et la **glande mammaire** est visualisée chez la femelle (figure 20). Les gonades mâles (testicules) sont différenciables des gonades femelles (ovaires) par la veine testiculaire qui traverse le milieu de la gonade mâle, visible grâce au mode Doppler de l'échographe. (McKinnon *et al.*, 2011)

Figure 12 : Echographie du tubercule génital d'un fœtus entre J60 et J90. (McKinnon *et al.*, 2011)



Figure 13 : Echographie du tubercule génital mâle entre J60 et J90. (McKinnon *et al.*, 2011)

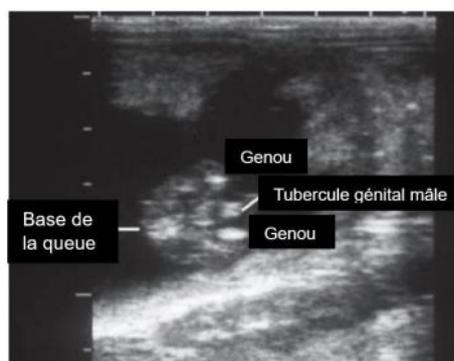


Figure 14 : Echographie du tubercule génital femelle entre J60 et J90. (McKinnon *et al.*, 2011)

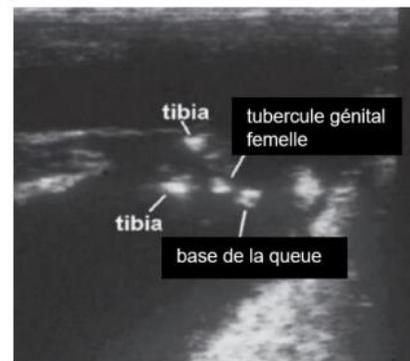


Figure 15 : Echographie de la glande mammaire entre J90 et J150. (McKinnon *et al.*, 2011)

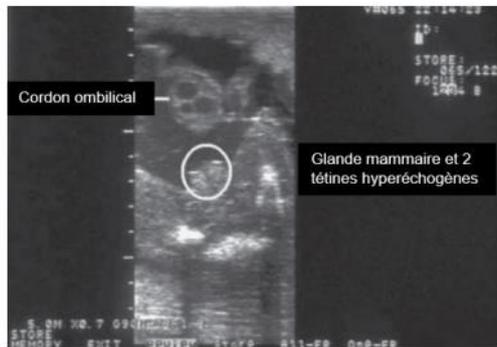


Figure 16 : Echographie du clitoris entre J90 et J150. (McKinnon *et al.*, 2011)

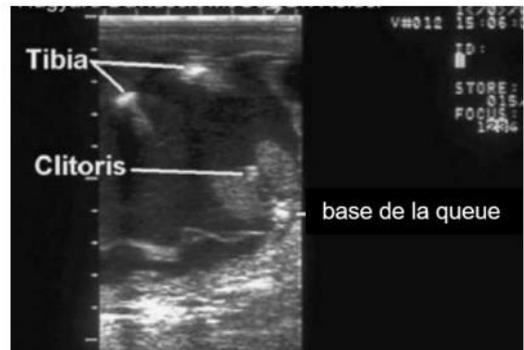


Figure 17 : Echographie du gland du pénis et du prépuce entre J90 et J150. (McKinnon *et al.*, 2011)

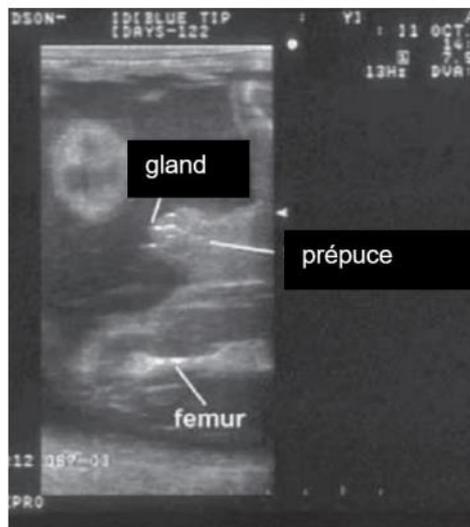


Figure 18 : Echographie du pénis et du prépuce à J140 (image personnelle)

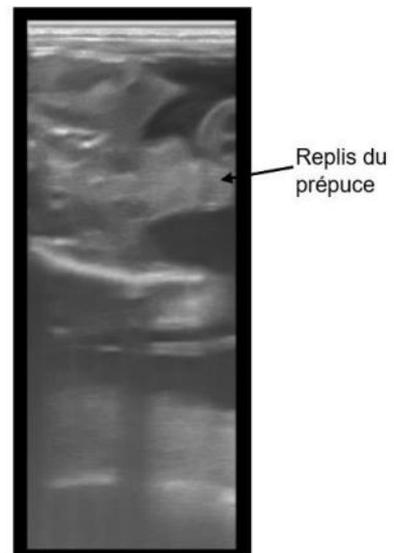


Figure 19 : Echographie d'un fœtus mâle à J235.
(McKinnon *et al.*, 2011)



Figure 20 : Echographie d'un fœtus femelle à J242.
(McKinnon *et al.*, 2011)



Bibliographie :

- BETSCH, J.-M. (2024) La jument est restée vide en octobre : je fais quoi ? *In Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, 11 janvier*. Clinique équine de Méheudin.
- BRINSKO, S.P., BLANCHARD, T.L., VARNER, D.D., *et al.* (2010) Manual of Equine Reproduction, 3e édition. Maryland Heights, Elsevier Health Sciences.
- CARTER, A.M. (2021) The role of mammalian foetal membranes in early embryogenesis: Lessons from marsupials. *Journal of Morphology* vol. 282, n° 7, p. 940-952. [<https://doi.org/10.1002/jmor.21140>]
- GEISERT, R., SPENCER, T. (2021) Placentation in Equids. *In Placentation in Mammals: Tribute to E.C. Amoroso's Lifetime Contributions to Viviparity*. Cham, Springer, p. 91-120.
- GHOSH, R.K. (2013) Essentials of Veterinary Histology and Embryology, 2e édition. Kolkata, Current Books International.
- HODDER, A.D.J., LIU, I.K.M., BALL, B.A. (2008) Current methods for the diagnosis and management of twin pregnancy in the mare. *Equine Veterinary Education* vol. 20, n° 9, p. 493-502. [<https://doi.org/10.2746/095777308X344012>]
- JAINUDEEN, M. r., HAFEZ, E. s. e. (2000) Pregnancy Diagnosis. *In Reproduction in Farm Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, p. 395-404. [<https://doi.org/10.1002/9781119265306.ch28>]
- LABONIRIS (2018) Explorations gonadiques jument. *In LabOniris*. [<https://laboniris.oniris-nantes.fr/prestations/biochimieendocrino/exploration-gonadique/explorations-gonadiques-jument>] (consulté le 04/07/2024).
- MCGEADY, T.A., QUINN, FITZPATRICK, *et al.* (2017) Forms of implantation and placentation - Implantation and placentation in horses. *In Veterinary Embryology, 2e édition*. Chichester, Wiley & Sons.
- MCKINNON, A.O., SQUIRES, E.L., VAALA, W.E., *et al.* (2011) Equine Reproduction, 2e édition. Chichester, John Wiley & Sons.
- MUGNIER, S. (2009) Mécanismes de la fécondation dans l'espèce équine : approche comparée entre les modèles équin et porcin. phdthesis. Thèse d'université. Ecole doctorale Santé, sciences, technologies - Université François-Rabelais (Tours).
- SAMPER ET AL. (2008) Equine Breeding Management and Artificial Insemination, 2e édition. Saint-Louis, Saunders Elsevier.
- VETODIAG (2024) Analyses vétérinaires. *In VETODIAG*. [<https://vetodiag.fr/analyses/>] (consulté le 17/09/2024).

ÉLABORATION DE CAS CLINIQUES À VISÉE PÉDAGOGIQUE EN REPRODUCTION ÉQUINE

AUTEUR : Clélia SIMONNET-SOUCHAL

RÉSUMÉ :

Cette thèse vise à proposer des cas cliniques sous forme de questionnaire en libre-accès sur la plateforme informatique de l'École Vétérinaire Nationale d'Alfort. Les cas cliniques sont destinés aux étudiants de cinquième et sixième année, afin de compléter l'enseignement en reproduction équine de l'EnvA.

L'illustration de ces cas cliniques est faite grâce aux images échographiques transrectales acquises lors d'un suivi de cycle sur les juments du troupeau pédagogique de l'école vétérinaire Oniris. Trois cas cliniques ont été réalisés sur l'insémination de la jument, la sortie d'anoestrus saisonnier, et enfin sur les endométrites post-insémination, et sont chacun composés d'une dizaine de questions. Les cas sont complétés par des points bibliographiques sur différentes notions abordées afin de susciter la curiosité des étudiants.

Des fiches de « rappel » concernant différentes thématiques de la reproduction équine sont aussi mises à disposition sur la page EVE dans le but de regrouper les connaissances de reproduction équine sur un même support.

MOTS CLÉS :

CAS CLINIQUE ; REPRODUCTION ; PÉDAGOGIE ; ÉCHOGRAPHIE ; INSÉMINATION ; ANOESTRUS SAISONNIER ; ENDOMÉTRITE POST-INSÉMINATION

JURY :

Président : Pr Henry Chateau
Directrice de thèse : Dr Émilie Quéré
Examineur : Pr Alain Fontbonne
Invitée : Dr Marta Dordas-Perpinya

ELABORATION OF CLINICAL CASES FOR PEDAGOGICAL PURPOSES IN EQUINE REPRODUCTION

AUTHOR: Clélia SIMONNET-SOUCHAL

SUMMARY:

This thesis aims to provide clinical cases in the form of an open-access questionnaire on the digital platform of the National Veterinary School of Alfort. The clinical cases are intended for fifth- and sixth-year students to complement the equine reproduction curriculum at EnvA.

The illustration of these clinical cases is made possible through transrectal ultrasound images acquired during a breeding cycle monitoring of the mares from the educational herd at Oniris Veterinary School. Three clinical cases have been developed: one on mare insemination, one on the return from seasonal anestrus, and one on post-insemination endometritis, each consisting of around ten questions. These cases are supplemented with bibliographic references on various concepts discussed to stimulate students' curiosity.

Additionally, "reminder" sheets on different topics related to equine reproduction are also available on the EVE page to consolidate equine reproduction knowledge in a single resource.

KEYWORDS:

CLINICAL CASE ; REPRODUCTION ; PEDAGOGY ; ULTRASOUND ; INSEMINATION ; SEASONAL ANESTRUS ; POST-BREEDING ENDOMETRITIS

JURY:

Chairperson: Pr Henry Chateau

Thesis Director: Dr Émilie Quéré

Reviewer: Pr Alain Fontbonne

Guest: Dr Marta Dordas-Perpinya