



HAL
open science

Modèle de simulation de castration du chat à destination des élèves de VetAgro Sup Lyon : pertinence, élaboration et efficacité pédagogique du simulateur

Clarisse Balligand

► To cite this version:

Clarisse Balligand. Modèle de simulation de castration du chat à destination des élèves de VetAgro Sup Lyon : pertinence, élaboration et efficacité pédagogique du simulateur. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. <dumas-03767692>

HAL Id: dumas-03767692

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03767692v1>

Submitted on 12 Jan 2023

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.



HAL Authorization

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2022 - Thèse n° 027

**MODELE DE SIMULATION DE CASTRATION DU
CHAT A DESTINATION DES ELEVES DE
VETAGRO SUP LYON – PERTINENCE,
ELABORATION ET EFFICACITE PEDAGOGIQUE DU
SIMULATEUR**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 15 juillet 2022
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

BALLIGAND Clarisse

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2022 - Thèse n° 027

**MODELE DE SIMULATION DE CASTRATION DU
CHAT A DESTINATION DES ELEVES DE
VETAGRO SUP LYON – PERTINENCE,
ELABORATION ET EFFICACITE PEDAGOGIQUE DU
SIMULATEUR**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 15 juillet 2022
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

BALLIGAND Clarisse

Liste des enseignants du Campus vétérinaire de Lyon (26-01-2022)

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Maître de conférences
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU- SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BONNET - GARIN	Jeanne-Marie	Professeur
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences Stagiaire
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean- Luc	Professeur
Mme	CALLAIT - CARDINAL	Marie- Pierre	Professeur
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET - MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHAMEL	Gabriel	Maître de conférences
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences Stagiaire
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Maître de conférences
Mme	DELIGNETTE- MULLER	Marie- Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed- Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	AERC
Mme	GILOT - FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JOSSON- SCHRAMME	Anne	Chargé d'enseignement contractuel
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria- Halima	Maître de conférences
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDOUX	Dorothée	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC- POHL	Anne- Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences Stagiaire
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences Stagiaire
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT- NEVORET	Céline	Maître de conférences
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGENTET	Delphine	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	VIGUIER	Eric	Professeur
Mme	VIRIEUX- WATRELOT	Dorothée	Chargé d'enseignement contractuel
M.	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements aux membres du jury

Au Pr. Damien Sanlaville,

De l'université Claude Bernard Lyon 1 et de la Faculté de Médecine,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,
Tous mes hommages les plus respectueux.

Au Dr Émilie Rosset,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,
Pour votre investissement, votre soutien et vos précieux conseils,
Sincères remerciements.

Au Dr Thibaut Cachon,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,
Pour avoir accepté de juger ce travail et de faire partie de ce jury de thèse,
Sincères remerciements.

Au Dr Claude Carozzo,

Avec qui j'ai commencé ce projet,
Et qui nous a quittés trop tôt.

Merci

Table des matières

Tables des annexes.....	11
Table des figures.....	13
Liste des tableaux.....	15
Liste des abréviations.....	17
INTRODUCTION.....	19
<u>PARTIE I – ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE L’APPRENTISSAGE PAR SIMULATION DANS LE DOMAINE DE LA SANTE.....</u>	21
I/ Enjeux actuels de l’enseignement.....	21
A. Nouvelles attentes de la société.....	22
B. Mutations des systèmes de santé.....	22
C. Réticence face à l’utilisation d’animaux	23
D. Attentes des étudiants.....	24
II/ Théorie de la simulation en santé.....	26
A. Théories de l’apprentissage.....	26
B. Théories de la simulation.....	27
1. Principes.....	27
2. Classification.....	28
3. Notion de fidélité.....	29
III/ Applications de la simulation.....	31
A. Simulation dans le domaine vétérinaire.....	31
1. Chirurgie.....	31
2. Gestes techniques non chirurgicaux.....	35
3. Communication.....	37
4. La simulation à Vetagro Sup Lyon.....	38
B. Aptitudes développées par la simulation.....	39
1. Acquisition de compétences techniques.....	39
2. Acquisition de compétences humaines.....	40
3. Augmentation de la confiance en soi et diminution du stress.....	41
4. Implication des étudiants dans leur formation.....	42
IV/ Limites de la simulation.....	43
A. Manque de réalisme.....	43
B. Mauvaise intégration dans le cursus.....	43
C. Coût parfois élevé.....	44
<u>PARTIE II - INTERETS ET PRATIQUES DE LA CASTRATION FELINE.....</u>	47
I/ Motivations des propriétaires.....	47
A. Comportement.....	47
B. Santé.....	49
C. Prévention de la reproduction.....	50
D. Réticences.....	50
II/ Gestion des populations.....	52
A. Problèmes causés par les chats errants.....	52
1. Nuisances.....	52
2. Impact sur la faune sauvage.....	53
3. Impact sur la santé humaine.....	54

B. Stratégies de contrôle des populations.....	55
1. <i>Elimination des chats du secteur</i>	55
2. <i>Programmes Trap, Neuter, Release</i>	56
3. <i>Alternative : stratégie Trap, Vasectomy/Hysterectomy, Release</i>	57
4. <i>Intérêt dans l'enseignement</i>	58
III/ La castration féline	60
A. Rappels anatomiques.....	60
1. <i>Testicules</i>	60
2. <i>Epididyme</i>	61
3. <i>Cordon spermatique</i>	61
B. Techniques chirurgicales.....	62
C. Age préconisé.....	65
D. Complications et impact sur le long terme.....	66
E. Enseignement de la castration à Vetagro Sup en 2021.....	67
1. <i>Enseignement théorique</i>	67
2. <i>Technique chirurgicale</i>	67
3. <i>Expérience pratique</i>	67
<u>PARTIE III – CONCEPTION ET UTILISATION DU MODELE</u>	69
I/ Etude de l'intérêt pédagogique	69
A. Matériel et méthodes.....	69
B. Résultats.....	69
1. <i>Expérience de la castration</i>	70
2. <i>Connaissances théoriques</i>	71
3. <i>Ressenti et niveau de confiance</i>	73
4. <i>Intérêt d'un modèle de simulation</i>	74
C. Discussion.....	75
II/ Conception du modèle	78
A. Modèle.....	78
1. <i>Testicules et cordon spermatique</i>	78
2. <i>Enveloppes</i>	80
3. <i>Moyens de fixité</i>	81
4. <i>Coût</i>	82
5. <i>Evolutions du modèle</i>	82
B. Ressources d'accompagnement.....	83
1. <i>Fiche d'atelier</i>	83
2. <i>Support vidéo</i>	83
III/ Retour des étudiants sur le modèle	84
A. Matériel et méthodes.....	84
B. Résultats.....	84
1. <i>Utilisation du simulateur</i>	84
2. <i>Réalisme du modèle</i>	85
3. <i>Niveau de confiance</i>	86
4. <i>Utilité du modèle</i>	86
5. <i>Commentaires et suggestions</i>	86
C. Discussion.....	87
IV/ Retour sur les critères de la HAS et du groupe BEME	90
<u>CONCLUSION</u>	93
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	95
<u>ANNEXES</u>	103

Table des annexes

Annexe A – Enquête préliminaire auprès des étudiants vétérinaires.....	103
Annexe B – Fiche d’accompagnement de l’atelier.....	106
Annexe C – Questionnaire après utilisation du simulateur.....	108

Table des figures

Figure 1 – Le cycle de Kolb.....	26
Figure 2 – Les différentes techniques de simulation dans le domaine de la santé humaine.....	28
Figure 3 – Modèle de simulation d’ovariectomie féline.....	32
Figure 4 – Modèle de simulation de castration de chien.....	33
Figure 5 – « Canine Laparoscopy Simulator » et exercice de suture.....	33
Figure 6 – Utilisation du simulateur et vue du casque de réalité virtuelle.....	34
Figure 7 – Extraits du catalogue Breed’n Betsy®.....	35
Figure 8 – Modèle de palpation transrectale disponible à VetAgro Sup Lyon.....	35
Figure 9 – Plateforme Virtual Critical Care.....	36
Figure 10 – Simuldog, modèle pour endoscopie digestive.....	36
Figure 11 – Modèles canin et équin pour la réalisation de bandages avec fiches explicatives	38
Figure 12 – Modèle d’auscultation cardiaque canine.....	39
Figure 13 – Modèle d’ophtalmoscopie canine.....	39
Figure 14 – Modèle bovin de prise de sang à la veine jugulaire.....	39
Figure 15 – Niveau de confiance ressenti par les étudiants avant et après entraînement sur le simulateur SimSpay (n=54).....	41
Figure 16 – Projection annuelle de la contribution des chats de compagnie et errants à la surpopulation féline.....	52
Figure 17 – Distribution annuelle en nombre pour 10 000 habitants par mois de 101 415 plaintes concernant les chats errants dans les villes de Beer-Sheva, Jerusalem, Holon, Rishon-Lezion, Raanana sur 2007.....	53
Figure 18 – Vue latérale des organes génitaux externes du chat mâle.....	60
Figure 19 – Coupe horizontale du testicule gauche et de ses enveloppes en partie distale.....	61
Figure 20 – Coupe horizontale du cordon spermatique gauche.....	62
Figure 21 – Positionnement du chat pour la procédure.....	63
Figure 22 – Première incision.....	63
Figure 23 – Conduit déférent (à gauche) et partie vasculaire du cordon spermatique (à droite)	64
Figure 24 – Nœuds entre le conduit déférent et le plexus vasculaire et incision.....	64
Figure 25 – Aspect en fin de procédure.....	65
Figure 26 – Poids moyen des chats (+/- erreur standard) ; les * indiquent un poids significativement différent du poids de départ.....	66

Figure 27 – Nombre de castrations de chats réalisées à VetAgro Sup durant les cinq dernières années.....	67
Figure 28 – Réponses à la question « Quelle est la technique privilégiée pour la castration du chat ? »	71
Figure 29 – Rang des différentes enveloppes testiculaires dans l’ordre d’incision.....	71
Figure 30 – Réponses à la question « Que contient le cordon testiculaire ? Donner le nom des deux structures à nouer ensemble. »	72
Figure 31 – Exactitude des réponses à la question « Que contient le cordon testiculaire ? Donner le nom des deux structures à nouer ensemble. » selon l’année d’études.....	72
Figure 32 – Répartition des deux motifs principaux d’inquiétude selon l’année d’études.....	73
Figure 33 – Niveau de confiance concernant les différentes étapes de la castration.....	74
Figure 34 – Réponses à la question « Estimez-vous qu'un modèle de simulation de castration de chat accessible dès la première année est utile ? »	74
Figure 35 - Réponses à la question : « Si vous avez déjà réalisé une castration de chat, auriez-vous aimé pouvoir vous exercer sur un modèle au préalable ? »	74
Figure 36 – Atelier de simulation de castration de chat dans la salle VetSkill : modèles et fiche explicative.....	78
Figure 37 – Capture d’écran montrant la maquette des moules imprimés en 3D.....	79
Figure 38 – Aperçu des moules et de la pièce en silicone représentant les testicules et leur cordon spermatique.....	79
Figure 39 – Etapes de fabrication du silicone, de débullage et de remplissage des moules.....	80
Figure 40 – Pièce finale.....	80
Figure 41 – Paroi abdominale récupérée sur un modèle d’ovariectomie et zones utilisées pour notre modèle.....	81
Figure 42 – Testicules et tuniques vaginales.....	81
Figure 43 – Testicules et enveloppes, avant et après assemblage.....	81
Figure 44 – Modèle final, vue avant et vue arrière.....	82
Figure 45 – Amélioration de la pièce testicules-cordon spermatique.....	82
Figure 46 – Capture d’écran de la vidéo d’utilisation du modèle.....	83
Figure 47 – Estimation du réalisme des pièces du simulateur et de la réalisation des différentes étapes.....	85
Figure 48 – Evolution du niveau de confiance pour les différentes étapes après passage sur le simulateur.....	86

Liste des tableaux

Tableau I - Aperçu des domaines explorés en simulation vétérinaire et quelques exemples d'application.....	31
Tableau II – Tableau récapitulatif des avantages de la simulation et des écueils rencontrés.....	45
Tableau III – Evolution des comportements indésirables chez 42 chats mâles après leur castration...48	
Tableau IV – Caractéristiques des répondants à l'enquête en ligne.....	69
Tableau V – Réponses à la question « Avez-vous déjà réalisé une castration de chat » en fonction de l'année d'étude.....	70
Tableau VI – Nombre de castrations réalisées en fonction de l'année d'études.....	70
Tableau VII – Période durant laquelle a été réalisée la première castration et cadre dans lequel celle-ci a été réalisée.....	70
Tableau VIII – Année d'études des répondants.....	84
Tableau IX – Réponses à la question « Avez-vous déjà réalisé une castration de chat avant ou après l'utilisation du modèle ? » selon l'année d'études.....	84

Liste des abréviations

CHUV : Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire

CASE : Comprehensive Anesthesia Simulation Environnement

HAS : Haute Autorité de Santé

OIE : Organisation mondiale de la santé animale

DDPP : Directions Départementales de la Protection des Populations

BEME : Best Evidence Medicine Education

OVH : Ovariohystérectomie

VASE : Veterinary Anesthesia Simulated Environment

ENVA : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

FACCO : Fédération des Fabricants d'Aliments pour Chiens, Chats, Oiseaux et autres animaux familiaux

SPA : Société Protectrice des Animaux

ENVT : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

FIV : Virus de l'immunodéficience féline

FeLV : Virus leucémogène félin

AVMA : Association Américaine de Médecine Vétérinaire

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

TNR : Trap, Neuter, Release

TVHR : Trap, Vasectomy/Hysterectomy, Release

AAFP : Association Américaine des Praticiens en médecine Féline

INTRODUCTION

Les dernières décennies ont vu s'accélérer les mutations de nos sociétés. Les changements dans la perception de la sensibilité animale, les attentes du public et celles de nouvelles générations d'étudiants ont conduit à de profonds remaniements de l'apprentissage dans le domaine de la santé humaine et animale. L'émergence des nouvelles technologies, mais aussi les avancées en sciences de l'éducation ont permis l'apparition de méthodes d'apprentissages répondant aux défis actuels de la pédagogie. L'enseignement se veut de plus en plus interactif, délaissant les traditionnels cours magistraux aux profits d'échanges ou de travaux pratiques. Ce type de méthodes s'appuie sur l'implication volontaire des élèves dans leur formation, élément fondamental d'un apprentissage efficace. Parmi ces méthodes, la simulation occupe une place de plus en plus centrale. D'abord expérimentée auprès des étudiants en médecine humaine, elle s'est étendue au domaine vétérinaire et connaît une véritable explosion depuis les années 2000. De nombreuses universités ouvrent des centres de simulation, allant de la salle comprenant quelques ateliers fabriqués par les étudiants, jusqu'à la réplique d'un centre hospitalier vétérinaire complet. VetAgro Sup a suivi ce mouvement en inaugurant en 2017, sous l'impulsion du regretté Dr. Claude Carozzo, la salle de simulation VetSkill. Elle met à disposition des étudiants de nombreux ateliers, intéressant les espèces canine, féline, bovine et équine, et leur permet de se familiariser avec divers gestes techniques.

Les chirurgies de convenance étant les procédures les plus réalisées en clientèle canine généraliste, il apparaît indispensable que les étudiants connaissent ces procédures et puissent les réaliser en autonomie ou sous supervision lors de leur premier emploi. Si le Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire (CHUV) permet aux élèves de pratiquer des castrations et ovariectomies sur des animaux de propriétaires, il semble toutefois intéressant de proposer des modèles de simulation pour qu'ils puissent s'exercer en amont en toute sécurité.

Le projet de cette thèse réside dans l'élaboration d'un modèle de simulation de castration du chat à destination des élèves de VetAgro Sup. La pertinence, les étapes de la conception et l'évaluation du modèle seront détaillées dans ce manuscrit. Il s'articule en trois parties. La première s'intéresse à l'apprentissage par simulation et à ses spécificités dans l'enseignement vétérinaire. La deuxième partie propose un état des lieux des pratiques de la castration féline en France et dans le monde. La troisième et dernière partie s'intéresse au modèle en lui-même et à l'analyse des retours des étudiants après son utilisation.

PARTIE I – ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE L'APPRENTISSAGE PAR SIMULATION DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

La Chambre des Représentants étatsunienne a proposé lors de son 11^{ème} congrès une définition de la simulation en santé : elle « correspond à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soin, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels » (1). Cette méthode d'apprentissage a connu une forte croissance durant les dernières décennies notamment parce qu'elle répond aux demandes actuelles du monde de l'enseignement et du public.

I/ ENJEUX ACTUELS DE L'ENSEIGNEMENT

La simulation n'est pas une pratique récente. Son apparition dans le domaine de la santé a tout d'abord concerné les professions paramédicales. Dès le XVIII^{ème} siècle, une sage-femme du nom de Mme Du Coudray se lance dans l'apprentissage de « l'art des accouchements » en utilisant de nombreux mannequins et modèles pour reproduire les manœuvres obstétricales. Elle formera plus de 5000 sages-femmes partout en France, ce qui n'est sans doute pas sans impact sur la diminution de la mortalité infantile à cette époque (1).

Au début du XX^{ème} siècle, ce sont les infirmières qui découvrent la simulation à l'hôpital universitaire infirmier de Hartford en s'exerçant sur Madame Chases, mannequin en bois portant le nom de sa fabricante, pour maîtriser les soins infirmiers basiques (1).

Durant la deuxième moitié du siècle, de nombreux modèles de simulation font leur apparition. Le Dr Howard Barrows initie dans les années 60 l'utilisation de patients standardisés pour mimer la sclérose en plaques. De leur côté, Peter Sfar et Bjorn Lind créent *Rescusi Anne* qui subira des manœuvres de réanimation cardio respiratoire. L'apparition de l'informatique permettra au même moment la naissance de *Sim One*, premier mannequin contrôlé par ordinateur, puis plus tard du *Comprehensive Anesthesia Simulation Environnement (CASE)* qui regroupe des appareils de monitoring, un bras de perfusion et une tête d'intubation (2).

Nos modèles actuels sont donc le fruit de plusieurs décennies de simulation, modernisés et adaptés pour faire face aux défis de chaque époque.

A. NOUVELLES ATTENTES DE LA SOCIETE

« *Jamais la première fois sur le patient* ». Tel est l'objectif prioritaire de la simulation en santé, défini par la Haute Autorité de Santé (HAS) en 2012, qui justifie quasiment à lui seul l'utilisation de modèles avant la mise en pratique auprès des patients (1).

Cette assertion découle du changement des attentes du public concernant le personnel soignant. En effet, pour la majorité de la population, il n'est plus acceptable de recevoir des soins d'un praticien inexpérimenté (3), pour des raisons de confort (douleur lors de multiples essais de prise de sang) mais aussi et surtout pour des raisons de sécurité.

Le rapport « *To Err is Human* » publié en 2001 par l'Institut de Médecine des Etats Unis a accéléré la prise de conscience du facteur humain dans les erreurs médicales. Le rapport montre qu'elles sont principalement dues à des dysfonctionnements au sein du système, et dans une moindre mesure à des défaillances individuelles. Il met également en lumière le potentiel de la simulation et de l'apprentissage du travail d'équipe (4).

Il n'existe à ce jour que très peu de preuves réelles de l'augmentation de la sécurité des patients lorsqu'ils sont traités par des soignants ayant utilisé la simulation (4), notamment car ce paramètre est difficilement mesurable. En effet, si la diminution de la mortalité ou des séjours en hôpital sont indéniablement des critères de sécurité, la rapidité d'exécution des gestes en est un plus discutable. Il est par ailleurs compliqué d'établir un impact direct de la méthode d'apprentissage sur le devenir des patients : les facteurs sont en effet multiples et parfois peu évaluables (5).

Il est cependant clair que les patients exigent de plus en plus un professionnel compétent, au diagnostic et gestes fiables, pouvant donc leur prodiguer des soins adaptés. Dans cette optique, la simulation apparait comme un bon moyen de préparer les étudiants.

B. MUTATIONS DES SYSTEMES DE SANTE

Que ce soit en médecine humaine ou vétérinaire, la possibilité de s'exercer sur des patients réels est de plus en plus réduite (3). Le nombre d'étudiants augmente chaque année. En France, leur nombre est passé de 468 en 2011 à 550 en 2015 pour atteindre 667 en 2022 dans les quatre Ecoles Nationales Vétérinaires. Il en résulte mathématiquement une diminution de la disponibilité des patients pour chaque étudiant. Par ailleurs, les patients sont reçus dans des unités de plus en plus spécialisées. Cela réduit leur durée de séjour en structure de soin, diminuant ainsi les contacts potentiels avec les étudiants. Cette spécialisation restreint également l'accès des étudiants à des procédures simples, pourtant essentielles à la pratique généraliste (3).

Les changements structurels dans les systèmes de santé ont donc abouti à une large réduction des opportunités d'apprendre sur de vrais patients.

C. RETICENCE FACE A L'UTILISATION D'ANIMAUX

Les animaux ont longtemps été utilisés comme supports privilégiés pour l'apprentissage de l'anatomie, de la physiologie et de la chirurgie humaine et animale. Pourtant, Glick montre dès 1995 que les étudiants de l'Université de médecine Ben Gurion du Néguev en Israël ne sont pas aussi favorables à l'utilisation d'animaux dans leur cursus qu'il l'imaginait (6).

Ce sentiment n'a fait que se renforcer au fil des années, avec une perception beaucoup plus fine du bien-être animal chez les jeunes générations. Plusieurs pays ont, dans ce sens, interdit l'utilisation d'animaux dans l'enseignement primaire et secondaire (7). Récemment, certains états d'Europe et d'Amérique du Sud ou centrale ont pris la même direction avec des dispositions autorisant les étudiants à exprimer leur objection de conscience et donc leur refus de pratiquer des procédures sur les animaux. La législation italienne stipule que ces étudiants doivent avoir accès à des alternatives non animales équivalentes pour empêcher toute discrimination (7). Il a d'ailleurs été montré que la pratique contrainte sur les animaux peut provoquer des traumatismes psychologiques et un manque d'empathie compensateur chez les étudiants, néfaste pour la suite de leur cursus et leur vie professionnelle (8).

Le travail sur cadavres entraîne généralement moins de réserves que les exercices sur animaux vivants ou les procédures sous anesthésie sans réveil. L'attention portée sur la provenance est tout de même grandissante. Des cadavres peuvent en effet être obtenus de manière « éthique » ou non. Les premiers désignent les animaux euthanasiés pour des raisons médicales ou décédés des suites d'un accident, tandis que les seconds sont des animaux euthanasiés en bonne santé, non désirés ou au contraire élevés dans ce but. Plusieurs études sur le sujet montrent alors que les étudiants ont une préférence pour les cadavres « éthiques » (9).

Tous ces éléments ont conduit à une utilisation réduite à la stricte nécessité des animaux en enseignement. Cette stratégie rejoint les 3R de Russell et Burch pour la recherche animale, formulés en 1959 : *replace, reduce, refine*. Il s'agit donc de **remplacer** au maximum les animaux par des méthodes alternatives, de **réduire** leur nombre au strict nécessaire, et d'**améliorer** les conditions de recherche pour diminuer le stress et la douleur des animaux utilisés.

Ainsi, l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) (10) a défini un cadre pour l'utilisation des animaux en recherche et en enseignement, cadre repris dans les réglementations européenne et française (11). Toute procédure doit faire l'objet d'une série d'approbations : agrément des établissements et des modes de transport par les Directions Départementales de la Protection des Populations (DDPP), validation des formations du personnel encadrant, et passage devant un comité d'éthique.

L'utilisation d'animaux, en médecine humaine ou animale, en recherche ou en enseignement, tend donc à se réduire, en raison d'une moindre acceptabilité par les étudiants et le public et grâce à l'émergence de méthodes alternatives. Cette utilisation entre dans le cadre de réglementations strictes, qui garantissent les bonnes pratiques en la matière.

D. ATTENTES DES ETUDIANTS

Comme évoqué précédemment, les étudiants ont de moins en moins accès à la pratique lors de leur cursus. Ce phénomène a été accentué par la pandémie de COVID-19, qui a conduit à des restrictions d'accès drastiques aux unités de soins voire à leur fermeture en ce qui concerne les cliniques vétérinaires. Il en résulte un manque de confiance en soi et donc une anxiété dommageable pour leur apprentissage et leur pratique future (12, 13).

Une étude menée auprès des étudiants vétérinaires de l'université de Copenhague a permis d'explorer en profondeur leurs émotions. Il en ressort que la majorité ressent de la nervosité et un manque de confiance avant de pratiquer leur première chirurgie sur un animal vivant dans le cadre universitaire. Ces émotions négatives se révèlent contreproductives et empêchent une bonne concentration (14). Le stress et l'anxiété sont multifactoriels : responsabilité de la vie d'un animal, souci de terminer les procédures en un temps minimal (12), volonté de réussir car il s'agit de la dernière opportunité d'entraînement avant d'entrer dans le monde du travail, peur que l'entraînement ne leur permette pas d'atteindre un niveau suffisant.

Les attentes de la profession vétérinaire sont tout particulièrement importantes dans le domaine de la chirurgie. Une maîtrise complète de certains gestes est attendue : incisions, sutures, ligatures, hémostase, manipulation des instruments (15).

Ce sont ces gestes que l'on retrouve lors des chirurgies de convenance, généralement considérées comme acquises au « Jour 1 » post-diplôme. Des praticiens ont été interrogés en Nouvelle Zélande au sujet de leur expérience avec des étudiants de dernière année en stage ou de jeunes diplômés. Une majorité de vétérinaires permet aux étudiants de réaliser des chirurgies de convenance (58,6%) et fournit de l'aide aux jeunes diplômés (72% s'habillent si nécessaire). Les praticiens considèrent que le niveau de connaissances et de compétences est satisfaisant chez les jeunes vétérinaires et chez les étudiants, mais que certains montrent un excès de confiance. Cela illustre l'effet « Dunning-Kruger » : les étudiants inexpérimentés ont du mal à estimer leur niveau réel et leurs lacunes (16).

Il est donc indispensable de fournir un cadre d'apprentissage qui convienne aux demandes des étudiants et leur permette d'atteindre sereinement leurs objectifs. La génération actuelle a une préférence pour un apprentissage qu'elle peut moduler, contrôler, dans un environnement sécurisant, ouvert à la collaboration et à la communication. Ajouté à cela le fait que les deux principales sources d'émotions positives face à une première chirurgie sur animal vivant sont une bonne préparation et l'entraînement préalable sur des modèles (14), la simulation se révèle être un excellent outil d'apprentissage.

L'enseignement médical doit faire face aux défis contemporains. Le public exige un personnel toujours plus compétent, et tolère de moins en moins le fait que des étudiants s'exercent sur des patients. Le fonctionnement des systèmes de santé ne permet plus une mise en situation réelle suffisante des étudiants. Ces derniers, de plus en plus réticents à reporter leurs entraînements sur des animaux vivants ou euthanasiés pour l'occasion, sont eux aussi exigeants quant à leur formation. Ils souhaitent disposer de ressources et de compétences suffisantes pour entrer dans la vie active. C'est donc tout naturellement que le monde de l'enseignement se tourne vers la simulation.

II/ THEORIE DE LA SIMULATION EN SANTE

A. THEORIES DE L'APPRENTISSAGE

La pédagogie traditionnelle prend appui sur le **behaviorisme**, ou comportementalisme. Il se base notamment sur les travaux de Pavlov (conditionnement classique) puis de Skinner (conditionnement opérant) (17). Ce qu'il se passe dans le cerveau lors de l'apprentissage n'est pas directement observable, donc l'attention est seulement focalisée sur le duo stimulus/réponse (18). Appliquée à la pédagogie, cette notion se base sur un apprentissage par paliers successifs. Le passage d'un niveau à un autre se fait en utilisant des récompenses quand l'apprenant fournit la réponse attendue. Ainsi, l'enseignant répète une notion jusqu'à obtenir une réponse adéquate. Dans ce cadre d'apprentissage, l'enseignant transmet, explique, tandis que l'apprenant écoute, regarde et reproduit (19).

En réaction au behaviorisme émerge alors le **cognitivism**, qui prend en compte ce qu'il se passe dans le cerveau lors de l'acquisition des connaissances et des compétences. L'enseignement fondé sur cette théorie utilise alors des stratégies qui agissent avec les mécanismes cognitifs à l'œuvre lors de l'apprentissage (18, 19). L'apprenant devient alors, tel un ordinateur, un système actif de traitement des informations : il les perçoit en provenance du monde extérieur, les reconnaît, les mémorise, puis les récupère lorsqu'il en a besoin pour comprendre son environnement ou résoudre des problèmes. L'enseignant gère les apprentissages, les guide, les anime, les explique et les régule (19). La pédagogie cognitiviste a donc recours à des méthodes interactives, telles que la simulation, et l'implication des apprenants devient alors essentielle : on parle **d'apprentissage actif**.

Un des piliers de l'apprentissage actif est le cycle de Kolb concernant l'apprentissage par l'expérience, schématisé ci-après.

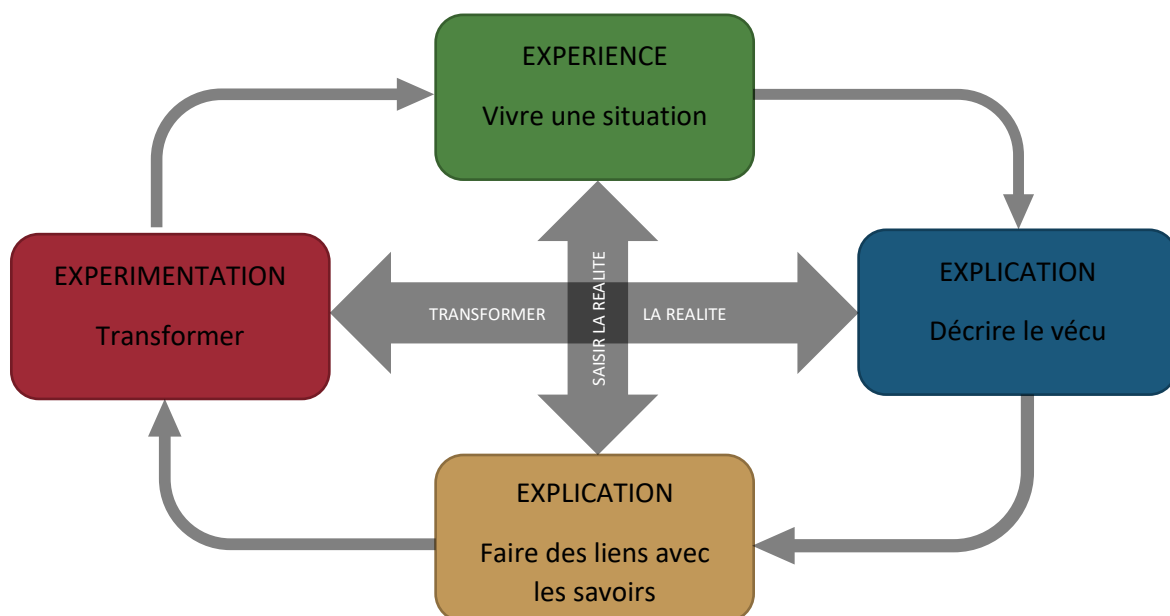


Figure 1 – Le cycle de Kolb

Lors d'une simulation, l'apprenant vit une situation ou réalise une tâche. Il sera ensuite amené à réfléchir sur ce qu'il a vécu pour en tirer des conclusions et généraliser son expérience, qu'il pourra ensuite reproduire dans le monde réel.

B. THEORIES DE LA SIMULATION

1. Principes

Ces points essentiels de théorie de l'apprentissage ont conduit à la rédaction d'un guide de bonnes pratiques en simulation en santé, publié par la HAS en 2012 (20).

Le déroulement d'une séance de simulation doit être le suivant :

- Identification des objectifs pédagogiques,
- Rédaction du scénario visant ces objectifs,
- Définition d'un environnement réaliste permettant d'atteindre les objectifs pédagogiques,
- Définition et préparation des équipements, du matériel, du mannequin,
- Préparation du matériel vidéo si nécessaire,
- Structuration de la séquence préparatoire de présentation du contexte et des équipements : *Briefing*,
- Déroulement du scénario,
- Structuration de la séquence de synthèse et d'évaluation encadrée : *Débriefing*,
- Définition du document de fin de séance proposant des actions d'amélioration.

Par ailleurs, un certain nombre de critères ont été établis par le groupe *Best Evidence Medicine Education* (BEME), auxquels doit répondre un modèle de simulation pour aboutir à un apprentissage efficace (21) :

- Un débriefing est nécessaire en fin de séance,
- Les gestes peuvent être répétés,
- Le simulateur est intégré dans le cursus médical,
- Les apprenants peuvent s'exercer dans des niveaux de difficulté croissants,
- Le simulateur est adaptable à différentes situations cliniques et à différentes stratégies d'apprentissage,
- L'environnement est contrôlé,
- L'apprentissage est individualisé,
- Les apprenants obtiennent une communication claire des résultats,
- Le simulateur est très fidèle à la réalité clinique.

On retrouve donc la notion d'environnement contrôlé, avec un scénario standardisé préétabli afin de pouvoir reproduire l'expérience autant de fois que nécessaire pour l'appropriation de la tâche. L'étape de débriefing est également cruciale pour que l'apprenant puisse réfléchir à son expérience et en tirer les connaissances et compétences demandées.

Kneebone et Baillie (3) mettent en évidence la nécessité d'une méthode en médecine – humaine et vétérinaire – qui réponde aux exigences d'un apprentissage efficace et durable pour les gestes techniques. Les apprenants doivent être actifs et impliqués. Il ne suffit pas d'assister à des procédures. Celles-ci doivent être réalisables plusieurs fois par l'apprenant, encadré par un tuteur, lui aussi actif dans son enseignement. L'environnement d'apprentissage est également essentiel. Les apprenants doivent pouvoir évoluer au sein d'un groupe formé par des novices et des personnes plus expérimentées, dans un climat de confiance. Une ambiance agréable et positive doit être recherchée pour maximiser les bénéfices des méthodes d'enseignement.

La méthode d'apprentissage idéale permet donc aux apprenants de s'exercer de manière répétée et de profiter de retours et conseils bienveillants de spécialistes du domaine si nécessaire. La simulation s'avère parfaitement répondre à cette demande.

2. Classification

Les différents types de simulation médicale humaine ont été regroupés dans le schéma suivant.

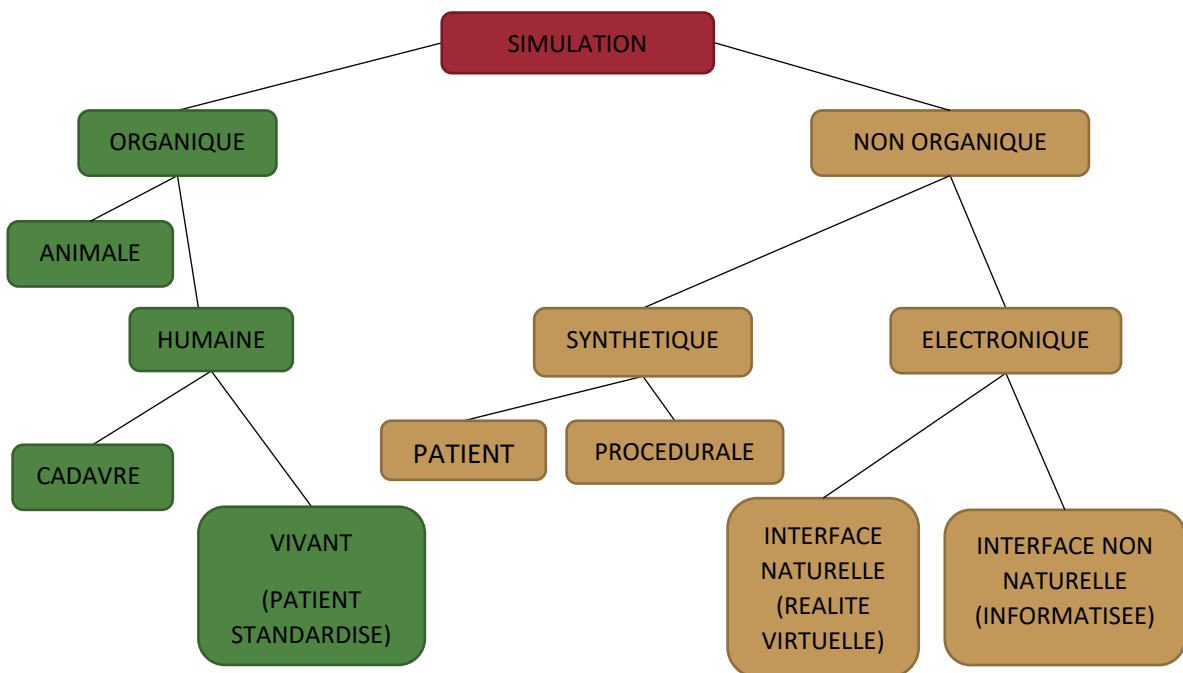


Figure 2 – Les différentes techniques de simulation dans le domaine de la santé humaine (inspiré de CHINIARA G.)

La **simulation organique** comprend l'apprentissage sur animaux ou cadavres, mais aussi le travail sur des patients dits « standardisés » ou dans le cadre de consultations simulées. Des patients volontaires ou des acteurs sont ainsi mis à contribution lors d'un scénario préétabli. Ce type de simulation est particulièrement utile afin de développer les compétences humaines et sociales des apprenants (22).

La **simulation non organique** regroupe, quant à elle, les simulations synthétiques et électroniques.

La simulation synthétique peut faire appel à des modèles procéduraux simples et inertes : bras pour pose de cathéter, tête pour intubation. Ils peuvent également être plus interactifs grâce à l'outil informatique qui permet par exemple d'imposer une résistance ou des sensations tactiles fines à l'utilisateur. Les simulateurs procéduraux sont généralement réservés à des tâches bien définies (22).

La simulation synthétique utilise en outre des mannequins anatomiquement très réalistes de patients pilotés par ordinateur qui ont la possibilité de réagir de manière complexe aux manipulations de l'utilisateur (réponses physiologiques, parole). Ils permettent de réaliser de nombreuses tâches de difficulté croissante, mais aussi de développer la cohésion d'équipe lors d'interventions multiples sur un même patient (urgentologie) (22–24).

Les progrès dans le domaine informatique permettent l'essor de la **simulation électronique**.

Les simulateurs à interface dite « naturelle » combinent des outils et environnements réels et un retour des informations géré par ordinateur (manipulation d'un endoscope avec images rendues par un casque de réalité virtuelle). Ils permettent de se rapprocher au maximum de la réalité sans nécessité de mettre en place des structures anatomiques complexes.

Les interfaces « non naturelles » désignent quant à elles les simulations informatiques qui s'apparentent à un jeu vidéo (on parle de « *Serious games* ») au cours desquelles l'utilisateur évolue dans un environnement et des situations créés sur ordinateur. Elles sont particulièrement adaptées à l'E-learning et à la réflexion prolongée sur des situations cliniques (22).

Il existe donc une grande variété de simulateurs, chacun adaptés à des situations différentes. Il est courant d'associer ensuite à chacun de ces types son niveau de fidélité.

3. Notion de fidélité

La fidélité désigne la mesure dans laquelle l'apparence et le comportement du modèle coïncident avec l'apparence et le comportement de l'objet ou de la situation simulée (24). Elle est très souvent classée par degrés : bas, moyen et haut. Cependant, cette catégorisation prend mal en compte l'aspect multifactoriel de la fidélité, et entretient l'idée selon laquelle seuls les modèles de haute fidélité sont pertinents (23).

C'est pourquoi il est préférable d'utiliser une autre classification, d'abord appliquée aux simulateurs de vol (25) et désormais adoptée pour évaluer la fidélité des simulateurs dans le domaine de la santé (22).

La première dimension est la **fidélité matérielle**, qui, pour la simulation médicale, représente le réalisme du patient, de la partie du corps ou du composant modélisé. Cela comprend par exemple l'aspect, la texture, ou l'odeur.

La deuxième dimension est la **fidélité de l'environnement**. Elle englobe tous les aspects qui ne sont pas directement liés au patient tels que disposition de la salle ou du personnel. On peut y ajouter la dimension **temporelle** qui évalue la manière dont le temps s'écoule : simulation en temps réel, entrecoupée de pauses ou ralentie (22).

La dernière dimension est la **fidélité psychologique**. Elle estime si l'apprenant considère la simulation crédible, et si ses compétences lors de la simulation coïncident avec celles dont il dispose dans le monde réel (23, 24).

Ainsi, chaque modèle de simulation peut être évalué selon différents critères de fidélité, plus ou moins importants selon la tâche simulée. Un modèle qualifié de « haute fidélité » doit donc pouvoir répondre à des standards élevés dans la majorité voire dans toutes les dimensions.

La simulation est une méthode d'apprentissage encadrée par des principes garantissant son efficacité. Chaque modèle doit être conçu et utilisé en suivant des étapes bien définies, dont l'une des plus importantes est le *débriefing*. Les simulateurs peuvent prendre différentes formes, en particulier depuis l'émergence de l'informatique et de la réalité virtuelle. Les progrès en la matière permettent de produire des simulations de plus en plus fidèles à la réalité.

III/ APPLICATIONS DE LA SIMULATION

A. SIMULATION DANS LE DOMAINE VETERINAIRE

Le développement de la simulation en médecine vétérinaire est plus récent qu'en médecine humaine. L'un des premiers laboratoires de compétences cliniques incluant la simulation a vu le jour en 2009 à l'Université vétérinaire de l'Illinois. Depuis sa création, il est intégré à part entière dans le cursus des étudiants. Il comprend plusieurs secteurs permettant de développer un large panel de compétences grâce à des simulateurs placés dans un environnement réaliste (26).

Tableau I - Aperçu des domaines explorés en simulation vétérinaire et quelques exemples d'application (26, 27)

Anesthésie	Intubation et extubation, fonctionnement d'une machine, monitoring
Chirurgie	Pose de cathéter, préparation du patient et du chirurgien, sutures, manipulation des instruments, chirurgies de conenance, orthopédiques, mini invasives
Urgentologie	Réanimation cardio pulmonaire
Sémiologie	Examens généraux, dermatologiques, orthopédiques, palpation, auscultation
Imagerie	Radioprotection, échographie, interprétation d'images, endoscopie
Reproduction	Palpation, manœuvres obstétricales
Sécurité	Manipulation et administration de produits, procédures de biosécurité, contention
Communication	Travail d'équipe, communication client, prise d'informations

Cependant, ces centres complets restent marginaux en raison de leur coût financier et logistique, et la priorité est souvent mise sur un petit nombre de domaines.

1. Chirurgie

La simulation de procédures chirurgicales a seulement intéressé 6 publications entre 1985 et 2015. Ce chiffre explose entre 2016 et 2020 (26 publications), témoin de la nécessité grandissante d'offrir de nouvelles voies d'enseignement en chirurgie vétérinaire (27).

Hunt et al. ont dressé en 2021 un état des lieux des simulateurs (non organiques) en chirurgie vétérinaire (27).

Les résultats après utilisation évaluent à la fois la performance chirurgicale – notée par un enseignant -, la rapidité de réalisation de la procédure, la confiance en soi et le stress per-opératoire du chirurgien.

Il a été montré qu'en comparaison avec l'apprentissage sur cadavres ou animaux vivants, l'enseignement via des modèles produit des résultats égaux voire supérieurs notamment en termes de rapidité. L'entraînement sur simulateur diminue également le stress et augmente la confiance en eux des étudiants.

Par ailleurs, les modèles haute et basse fidélité matérielle ont été comparés. Il apparaît que les simulateurs haute-fidélité ne fournissent pas de résultats significativement meilleurs que ceux d'un simulateur basse fidélité, comme c'est le cas en médecine humaine (27).

La plupart des simulateurs évoqués par la suite sont d'ailleurs des modèles basse fidélité, représentant une ou quelques parties du corps et permettant d'effectuer une ou un petit nombre de tâches.

Concernant les chirurgies de convenance, l'attention a été principalement portée sur l'ovariohystérectomie (OVH) canine. Le premier modèle date des années 2000 aux Etats Unis, fabriqué à base de mousse et de tubes, pour un entraînement au clampage et aux ligatures sur le tractus génital. De nombreux autres ont vu le jour, principalement en Amérique du Nord. Il s'agit soit de simulateurs « faits maison », soit de simulateurs commercialisés. Un seul modèle d'OVH féline a été publié, mais il existe des modèles non commerciaux que l'on retrouve dans certaines écoles et facultés vétérinaires. Un modèle d'ovariectomie féline a par exemple été conçu par une étudiante de VetAgro Sup grâce à des matériaux peu coûteux : mousse, silicone, tissu, perles et élastiques (28). Il se compose de pièces pérennes et d'éléments remplacés après chaque utilisation. Les étudiants l'ayant utilisé ont vu leurs connaissances théoriques et compétences techniques augmenter significativement (28).



Figure 3 – Modèle de simulation d'ovariectomie féline (28)

L'intérêt pour la castration est moindre, mais tend à se développer (29). A ce jour, deux modèles canins et un bovin ont fait l'objet d'une validation, et aucun modèle félin.



Figure 4 – Modèle de simulation de castration de chien (29)

Au travers de ces études émergent les caractéristiques du modèle de stérilisation le plus efficace : il doit permettre de réaliser **toutes les étapes** de la procédure, jusqu'à la fermeture de la peau pour les OVH, et ses éléments doivent être **remplaçables rapidement et à faible coût** afin de permettre de nombreux essais des étudiants (27).

Certains modèles permettent de s'exercer à des procédures plus complexes, notamment en chirurgie mini-invasive, accessibles aux vétérinaires spécialistes ou en voie de spécialisation. Un modèle de laparoscopie a été créé et testé au Centre de chirurgie mini-invasive Jesús Usón en Espagne (30). Le simulateur comprend une boîte en plexiglass munie d'orifices permettant l'introduction des instruments. Au fond de cette boîte se trouve une impression des organes internes du chien. Plusieurs gestes peuvent être réalisés : manipulation d'objets, transfert d'un point à un autre, incisions et sutures. Les vétérinaires ayant testé ce simulateur estiment qu'il s'agit d'un bon support pour l'apprentissage des gestes basiques de la chirurgie laparoscopique (30).

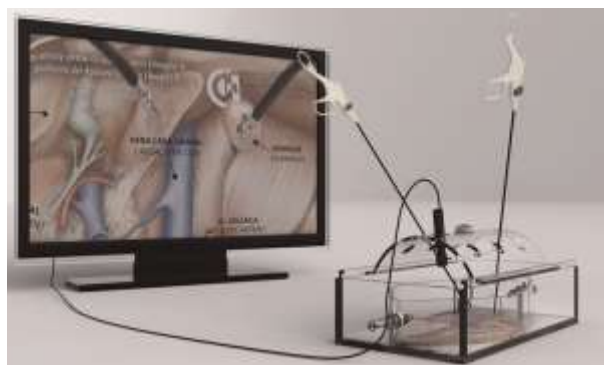


Figure 5 – « Canine Laparoscopy Simulator » et exercice de suture (30)

En médecine humaine, plusieurs simulateurs utilisant la réalité virtuelle ont vu le jour. On les retrouve notamment dans le domaine de la neurochirurgie (31). Cette discipline est en effet particulièrement complexe. Elle nécessite une connaissance parfaite de structures anatomiques difficilement visualisables et une grande précision gestuelle. L'entraînement sur des patients réels est donc difficilement réalisable, car les erreurs peuvent être nombreuses et leurs conséquences catastrophiques pour le patient. Les simulateurs en réalité virtuelle comprennent la plupart du temps un casque de réalité virtuelle et des manettes permettant à la fois la manipulation des objets virtuels et un retour sensoriel, comme l'illustre la figure 6. De nombreuses recherches ont permis de développer des systèmes haptiques fournissant un rendu très proche de la réalité. Le ressenti des textures et des formes mais aussi la sensation des forces de tension permet aux utilisateurs d'acquérir un important répertoire sensoriel qui vient compléter leurs compétences techniques (31). Le studio UniVR®, spécialisé dans la communication et la formation en réalité virtuelle, s'est par exemple associé à l'entreprise d'équipement médical Stryker®. Cette collaboration a fait naître une formation destinée aux neurochirurgiens, pour leur permettre de s'entraîner à la pose d'implants vertébraux par voie mini-invasive. Ce simulateur fournit un cadre sans risque pour pratiquer cette procédure hautement délicate (32).



Figure 6 – Utilisation du simulateur et vue du casque de réalité virtuelle (32)

La chirurgie se prête donc particulièrement bien à la simulation. De nombreux modèles ont été créés par des entreprises ou des étudiants vétérinaires. Ils sont majoritairement destinés aux étudiants non diplômés, mais les modèles de procédures plus complexes pour les vétérinaires praticiens ou en cours de spécialisation sont également amenés à se développer.

2. Gestes techniques non chirurgicaux

De nombreux gestes techniques non chirurgicaux sont par ailleurs réalisés par les étudiants vétérinaires.

Chez les animaux de rente, la palpation transrectale et les manœuvres obstétricales sont essentielles. Les australiens ont développé un modèle de palpation transrectale des organes génitaux bovins et équins, Breed'n Betsy®.



Figure 7 – Extraits du catalogue Breed'n Betsy® (33)

Une étude menée en 2008 sur un petit nombre d'étudiants montre que l'utilisation de ce simulateur améliore les compétences lors de la palpation sur animaux vivants, mais ne suffit pas à assurer un apprentissage complet (34).

Un modèle non commercial est disponible dans la salle de simulation de VetAgro Sup Lyon, crée par Colombine Bartholomée et propose l'ensemble des organes digestifs et génitaux, une palpation transrectale complète ainsi que le sondage urinaire (35).



Figure 8 – Modèle de palpation transrectale disponible à VetAgro Sup Lyon

Les gestes de réanimation ont par ailleurs été les premiers à faire l'objet de simulation en médecine humaine. La médecine vétérinaire propose également ses propres modèles, tels que la plateforme *Virtual Critical Care*. Elle est composée d'une peluche qui renvoie des informations à un système de monitoring. Les enseignants imaginent des scénarii (arrêt cardiaque, accident anesthésique par exemple) qu'ils soumettent aux étudiants. Ces derniers peuvent alors proposer des solutions et les mettre directement en application sur la peluche, qui « réagit » à ces manœuvres. L'étudiant peut donc suivre en direct l'effet et la pertinence de ses gestes sur le système de monitoring (36).



Figure 9 – Plateforme *Virtual Critical Care* (Delphine COUFFIN, Oniris)

La simulation est également utilisée dans le domaine de l'imagerie. Le Centre de chirurgie mini invasive Jesús Usón en Espagne a mis en place un modèle permettant aux étudiants et vétérinaires praticiens de s'entraîner aux endoscopies digestives (37). Le dispositif, nommé *Simuldog*, comprend un cadre fixe reproduisant l'anatomie interne du chien, et des organes porcins préparés placés dans le cadre avant chaque séance. Trois scénarii sont proposés : exploration digestive, biopsie d'une tumeur gastrique et retrait d'un corps étranger gastrique. Ce simulateur permet d'apprendre à manipuler l'endoscope en toute sécurité et de se familiariser avec les étapes délicates d'une endoscopie digestive comme le passage du pylore. Il s'adresse non seulement aux étudiants mais aussi aux vétérinaires diplômés désireux de se spécialiser, et permet d'évaluer les compétences en endoscopie telles que la rapidité d'exécution ou la reconnaissance des structures anatomiques (37).

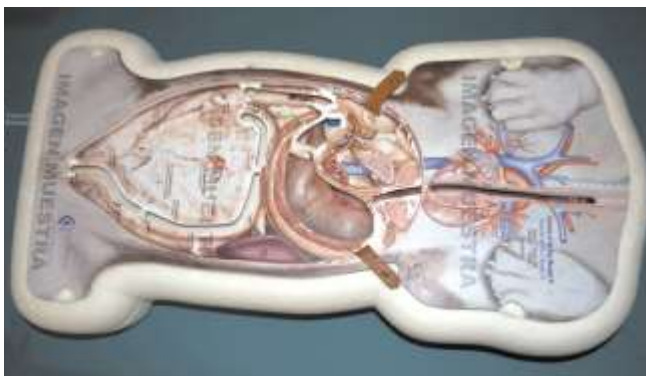


Figure 10 – *Simuldog*, modèle pour endoscopie digestive (37)

3. Communication

Une étude menée en 2015 auprès de 1700 praticiens aux Etats Unis et au Royaume Uni montre que la quasi-totalité des vétérinaires en exercice estime que les compétences en communication sont aussi voire plus importantes que les compétences cliniques pour réussir une consultation. Pourtant, une large majorité d'entre eux regrette une formation insuffisante dans ce domaine durant leur cursus (38). La simulation semble alors être un outil pertinent pour l'amélioration des compétences en communication.

Dans les années 2010, l'Université du Tennessee a mis en place un programme d'apprentissage « assisté par les pairs » (39). Ce module faisait intervenir quatre rôles différents : les clients simulés (étudiant de troisième année), les vétérinaires (étudiants de deuxième année), les observateurs (étudiants de deuxième année) et les coaches en communication (vétérinaires ou infirmiers vétérinaires). Les consultations simulées ne requéraient pas de gestes techniques et étaient entièrement focalisées sur les interactions entre le vétérinaire et le client. Des séances de préparation étaient organisées pour les clients simulés, les coaches et les observateurs pour qu'ils puissent mémoriser les scénarii. Les « vétérinaires » assistaient quant à eux à des cours leur permettant d'appréhender quatre compétences essentielles en communication : poser des questions ouvertes, pratiquer l'écoute active, utiliser et lire la communication non verbale et développer son empathie. Ils recevaient ensuite un questionnaire pour évaluer leur vision du programme.

L'étude montre qu'une majorité des étudiants a trouvé l'expérience bénéfique, et préfère les clients simulés par d'autres étudiants à ceux simulés par des acteurs. Les « vétérinaires » ont particulièrement apprécié les retours de leurs pairs, dans un contexte bienveillant et sans pression d'évaluation.

Ce type de « jeux de rôles » peut également faire partie de programmes de simulation « contextualisée », comme la *Simulated Fertility Visit* proposée aux étudiants du Collège Royal Vétérinaire de Londres (40). Ce module combine un simulateur de palpation transrectale bovine et un éleveur simulé (enseignant ou étudiant). L'étudiant doit alors mener une visite complète de reproduction. Cela lui permet de s'exercer à la palpation tout en adaptant ses réponses en direct aux attentes, questions ou doutes de l'éleveur. Cette association de compétences est déterminante pour les étudiants, qui estiment que cet exercice est une bonne préparation aux situations de la vie réelle.

Les capacités de communication entre vétérinaires sont également primordiales. Les praticiens généralistes doivent par exemple être à même de communiquer clairement par téléphone lorsqu'ils réfèrent un cas. Des internes au centre hospitalier vétérinaire A&M au Texas ont expérimenté un programme dédié à la communication entre pairs (41). Les internes « référents » devaient mener une conversation téléphonique avec des membres du corps enseignant « spécialistes » autour de différents scénarios. La participation à cette expérience a permis d'augmenter la confiance en eux des étudiants pour communiquer efficacement avec d'autres vétérinaires.

Une attention grandissante est portée à la communication en pratique vétérinaire, et de nombreux modèles de simulation en groupe ou virtuels tendent à se développer pour tenter de pallier les lacunes de formation durant le cursus.

4. La simulation à VetAgro Sup Lyon

La salle de simulation VetSkill a ouvert à VetAgro Sup en 2018. Elle a d'abord fonctionné sur la base du volontariat avant de combiner, à partir de 2019, entraînement volontaire et sessions obligatoires intégrées à l'emploi du temps.

La salle est ouverte en libre accès pour tous les étudiants tous les jours dans l'après-midi et en début de soirée. Ils peuvent ainsi s'exercer sur les ateliers de leur choix, en présence de l'encadrant disponible pour les conseiller et les orienter. Chaque atelier dispose d'une fiche explicative reprenant les objectifs du modèle et les étapes à réaliser.



Figure 11 – Modèles canin et équin pour la réalisation de bandages avec fiches explicatives

Les élèves de deuxième année suivent 10 travaux dirigés (TD) de 45 minutes tout au long de l'année. Ces TD sont réalisés en autonomie, avec *briefing* sur les différents ateliers si besoin. Les étudiants sont également amenés à s'entraîner en salle de simulation lors de leurs rotations cliniques en troisième année.

L'évaluation a lieu en fin de semestre. Les étudiants tirent au sort deux ateliers : un parmi la liste « primaire » comprenant les ateliers essentiels (tenue d'instruments, habillage par exemple) et un parmi la liste « secondaire » comprenant les ateliers plus spécifiques (sutures ou procédures chirurgicales par exemple). Les étudiants sont évalués par un enseignant. La note obtenue permet d'estimer le niveau de l'élève et de valider ou non le module de simulation.

Chaque année, la salle VetSkill s'enrichit de nouveaux modèles, parfois commerciaux, mais aussi et surtout réalisés par les étudiants. Depuis 2019, les nouveaux modèles ont fait l'objet d'une dizaine de thèses. Ainsi, en 2022, la salle comprend 69 ateliers, allant de la préparation du chirurgien à la prise de sang de veau en passant par l'observation du cristallin chez le chien.



Figure 12 – Modèle d'auscultation cardiaque canine

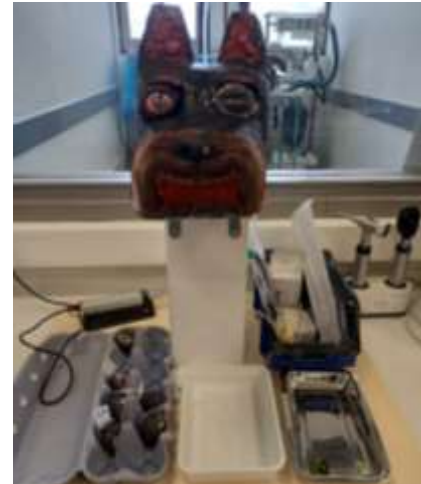


Figure 13 – Modèle d'ophtalmoscopie canine



Figure 14 – Modèle bovin de prise de sang à la veine jugulaire

B. APTITUDES DEVELOPEES PAR LA SIMULATION

1. Acquisition de compétences techniques

L'objectif le plus évident de la simulation est le développement et le perfectionnement de compétences techniques. De nombreux simulateurs sont en effet focalisés sur la réalisation de certains gestes, de la simple prise de sang à la chirurgie de pointe. Il ne suffit pas, par ailleurs, d'acquérir des compétences sur un simulateur : elles doivent être transposables en situation réelle.

L'étude du modèle *Veterinary Anesthesia Simulated Environment* (VASE) de l'université vétérinaire du Midwest aux Etats Unis illustre parfaitement ce propos (42).

Les étudiants participant à l'atelier sont immergés dans un bloc opératoire factice muni d'un mannequin interactif humain haute-fidélité modifié avec les paramètres de l'espèce canine et des systèmes de monitoring. Un opérateur coordonne depuis une salle adjacente les réponses du mannequin et du moniteur en fonction des interventions de l'étudiant. Deux scénarios peuvent alors être proposés. Le premier est l'induction du patient avec relais par gaz anesthésique et gestion d'incidents comme l'hypoventilation ou une profondeur insuffisante d'anesthésie. Le second concerne les réponses à des incidents ou accidents tels que des arythmies, une hypotension ou une hypovolémie due à des pertes sanguines.

Durant les années qui ont suivi la mise en place du simulateur, les incidents lors d'anesthésie sur des patients réels ont été étudiés. Il en ressort principalement que les anesthésies avec incidents (1% du total) étaient en grande majorité sous la responsabilité des étudiants n'ayant pas utilisé le simulateur (88%).

Cet exemple montre donc que les simulateurs permettent l'acquisition de compétences et leur application en situation réelle sous l'effet du stress.

2. Acquisition de compétences humaines

La performance en situation réelle ne dépend pas seulement des compétences techniques. Il a en effet été démontré que la plupart des erreurs au sein d'un bloc opératoire sont dues à des décisions inadéquates ou à une mauvaise communication interpersonnelle (43).

La gestion des urgences sur des patients parfois poly-traumatisés est une situation classique où le travail d'équipe est primordial. Une étude a été menée au centre de traumatologie de la Clinique Carilion en Virginie (44). Les participants (résidents en chirurgie, infirmières) ont suivi des cours théoriques puis des séances de simulation axées sur le fonctionnement des équipes. Plusieurs scénarios étaient proposés. Dans chacun d'eux, une réponse était attendue de la part du groupe et de son meneur, telles que l'anticipation des problèmes, la demande d'informations ou d'exams complémentaires.

Les participants ont ensuite été postés en situation réelle. Ils ont fait preuve d'une plus grande performance que leurs collègues n'ayant pas suivi le programme de simulation, en termes de leadership, de surveillance de la situation, de soutien entre membres de l'équipe et de communication.

Si une amélioration du devenir des patients n'a pas pu être mise en évidence, il apparaît clairement que la simulation a permis d'augmenter les compétences humaines des équipes (44).

3. Augmentation de la confiance en soi et diminution du stress

Comme cela a été expliqué, la confiance en soi est un enjeu primordial de l'apprentissage.

De nombreux travaux montrent une augmentation substantielle de cette confiance grâce à l'utilisation de modèles. Yu et al. ont par exemple travaillé avec des étudiants en médecine humaine ayant expérimenté la simulation haute-fidélité en pneumologie et en gastroentérologie (13). Les résultats montrent une augmentation de la confiance en soi et une diminution de l'anxiété après leur première utilisation du simulateur. Avant la deuxième simulation, le niveau de stress est donc moindre qu'avant la première. Cela conforte l'effet de la simulation sur la confiance en soi et l'anxiété des étudiants, et la nécessité de les exposer de manière répétée à des modèles afin d'en augmenter les bénéfices (13).

Des études similaires ont été menées en médecine vétérinaire, notamment dans le domaine des chirurgies de convenance. *SimSpay*, le modèle basse fidélité d'OVH canine de l'université de Copenhague, a par exemple permis d'améliorer considérablement la confiance en soi des étudiants (45). Le modèle commercial d'Anatomoulds®, plus réaliste, a fourni les mêmes résultats chez les étudiants néo-zélandais : 92% d'entre eux se sentaient plus confiants et 73% moins stressés pour leur première OVH sur animal vivant après passage sur le simulateur (46).

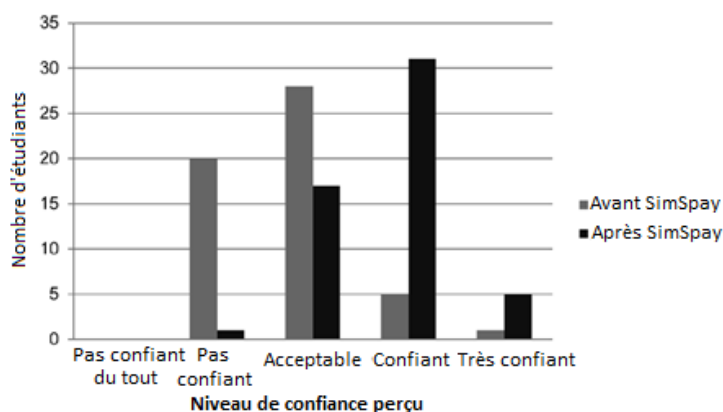


Figure 15 – Niveau de confiance ressenti par les étudiants avant et après entraînement sur le simulateur *SimSpay* (n=54) (45)

La simulation semble donc fournir aux étudiants la confiance en eux qui leur fait souvent défaut.

4. Implication des étudiants dans leur formation

Comme évoqué précédemment, l'implication des étudiants revêt une importance capitale lors du processus d'apprentissage. Par ailleurs, on retrouve parmi les sources d'émotions positives lors de l'apprentissage « l'amusement », une atmosphère plaisante, la possibilité d'avoir des retours bienveillants et une aide si nécessaire (14). Si ces critères sont remplis par une méthode d'enseignement, elle sera d'autant plus appréciée des étudiants qui seront plus volontaires, et s'en trouvera plus efficace.

Des travaux en médecine humaine ont mis en évidence le fait que la simulation satisfait les étudiants. Ils estiment que cette expérience est bénéfique, et qu'elle permet plus de discussion que des cours magistraux (47). De même, les travaux d'Annandale montrent que la totalité des étudiants ont apprécié leurs séances (46).

La simulation fournit donc un cadre calme, interactif, bienveillant et sans stress qui motive les étudiants et leur permet d'exprimer au mieux leurs capacités d'apprentissage.

La simulation occupe désormais une place de choix dans l'enseignement vétérinaire. De très nombreux domaines peuvent être explorés. De plus en plus d'universités se munissent de laboratoires de simulation, proposant des modèles commercialisés ou « faits maison » par les étudiants. Ils permettent de développer des compétences techniques, humaines, mais affectent également la psychologie des étudiants en faisant appel à des émotions positives. En devenant acteurs de leur formation, ils acquièrent une précieuse confiance en eux.

IV/ LIMITES DE LA SIMULATION

A. MANQUE DE REALISME

Il est couramment reproché à la simulation de ne pas être suffisamment réaliste et de ne pas reproduire tous les éléments de la vie réelle. Par définition, la simulation cherche à imiter le réel et non à s'y substituer. L'apprentissage sur des modèles ne suffit donc pas à assurer une totale connaissance et une totale autonomie. Certains auteurs regrettent que de nombreux simulateurs ne prennent pas en compte les compétences non techniques telles que la communication interpersonnelle et la relation avec les animaux (3). Il est donc important de les intégrer dans des scénarii, comme la Virtual Fertility Visit évoquée précédemment (40).

Contrairement à cette dernière, certaines situations simulées sont parfois très éloignées de la pratique de routine et miment des incidents relativement rares, notamment en anesthésie ou urgentologie. S'il est toujours intéressant de savoir agir face à des urgences inhabituelles, l'apprentissage ne doit pas perdre de vue que la plupart des étudiants vétérinaires ne se spécialisent pas après leur diplôme (3) et devront plus souvent stériliser des chats que gérer des anesthésies de quatre heures. C'est notamment pour cette raison que de nombreux modèles sont dédiés aux chirurgies de convenance des petits animaux, ou à la palpation transrectale des animaux de rente.

La simulation ne doit donc pas avoir pour vocation de remplacer l'apprentissage sur de vrais patients, mais être utilisée comme un précieux outil pour appréhender au mieux les situations réelles lorsqu'elles se présenteront.

B. MAUVAISE INTEGRATION DANS LE CURSUS

Pour être efficace, la simulation doit être parfaitement intégrée dans le cursus. Le danger peut être de laisser des simulateurs à disposition des étudiants sans encadrement bien défini. Le débriefing et l'évaluation sont indispensables pour que l'expérience de simulation soit profitable, et pour que les étudiants ne prennent pas de mauvaises habitudes à cause d'une utilisation inadéquate du simulateur (47).

Le passage sur simulateur doit par ailleurs être régulier. En effet, un certain nombre de travaux ont montré que les compétences et connaissances acquises juste après la simulation s'effacent au bout de quelques mois (47). Des essais ponctuels ne suffisent donc pas. Les compétences doivent être consolidées par des utilisations répétées tout au long du cursus. Cela permet également de limiter d'éventuels excès de confiance, dus à un grand nombre de succès sur simulateur (3).

Certains des 12 principes que la HAS a énoncés pour garantir une bonne qualité de simulation visent à mieux encadrer les étudiants : nécessité de débriefing, d'une pratique délibérée, d'intégration dans le curriculum, d'un transfert de bonnes pratiques, de l'acquisition mais aussi de l'entretien des connaissances et d'examens sanctionnants (20).

La simulation doit donc faire partie intégrante du cursus, se voir dédier des sessions spécifiques et régulières, et ne pas être simplement une option durant le temps libre des étudiants.

C. COUT PARFOIS ELEVE

Enfin, la mise en place de simulateurs peut s'avérer très coûteuse. Tout d'abord au niveau des infrastructures et du matériel : il est parfois nécessaire de construire ou d'adapter des bâtiments pour l'accueil de laboratoires de simulation. L'exemple extrême du centre Clinical Skills Learning de l'Illinois illustre bien ces coûts : plus de 220.000 dollars pour la rénovation du bâtiment et l'acquisition du matériel (26). Les prix des simulateurs commerciaux varie selon la complexité du modèle : une dizaine de milliers de dollars pour les modèles de sutures, jusqu'à plus de 30000 dollars pour un modèle canin haute-fidélité permettant de réaliser de nombreuses procédures, en passant par les 100 à 200 dollars pour les chirurgies de convenance. Ils ne sont cependant pas toujours personnalisables et le coût de remplacement des matériaux entre deux utilisations peut être élevé (27). C'est pourquoi de nombreuses universités fabriquent des modèles « faits maison », peu onéreux et facilement modifiables.

Le coût du personnel est également à prendre en compte. Il faut en effet un certain nombre d'encadrants, qui doivent être formés, pour assurer le bon déroulement de la simulation. Cela comprend les enseignants, le personnel qui prépare les ateliers et toutes les personnes non étudiantes qui participent aux séances. Le centre de l'Illinois estime à 40000 dollars par an le coût de son personnel (26).

Les montants investis dans la simulation peuvent donc s'avérer très élevés, et doivent être précautionneusement calculés selon la plus-value qu'ils apporteront à l'apprentissage des étudiants (21).

Le tableau II récapitule succinctement les avantages et limites de l'apprentissage par simulation. Certains éléments comme le coût et la faisabilité peuvent être considérés comme un avantage ou comme un frein, selon le modèle. Un simulateur créé par des étudiants à partir de matériaux récupérés sera facilement réalisable et peu coûteux, alors qu'une simulation de réanimation avec mannequin interactif se révélera onéreux et difficile à mettre en place.

Tableau II – Tableau récapitulatif des avantages de la simulation et des écueils rencontrés

AVANTAGES	LIMITES
<ul style="list-style-type: none">- Efficacité pour l'apprentissage- Implication des étudiants- Enseignement éthique- Bonne acceptabilité par les étudiants- Diversité des domaines explorés- Diversité des compétences développées- Coût- Faisabilité	<ul style="list-style-type: none">- Parfois insuffisante pour un apprentissage complet- Mauvaise intégration dans le cursus- Excès de confiance des étudiants- Faisabilité- Coût

Si la simulation est une méthode d'apprentissage efficace et de plus en plus utilisée, sa mise en place doit tout de même permettre d'éviter certains écueils, notamment celui de vouloir totalement remplacer la pratique en situation réelle en devenant toujours plus réaliste. Là n'est pas le but de la simulation, elle doit rester un outil à disposition des universités et écoles qui vise à mieux préparer les étudiants pour leur entrée dans le monde du travail.

PARTIE II – INTERETS ET PRATIQUES DE LA CASTRATION FELINE

La castration féline est l'une des procédures chirurgicales les plus fréquemment réalisées en clientèle généraliste. Elle est pratiquée à la fois en tant qu'opération individuelle, à la demande des propriétaires, mais aussi en tant que mesure de gestion de la surpopulation féline. Il est donc primordial pour les étudiants vétérinaires de savoir réaliser ce geste technique.

I/ MOTIVATIONS DES PROPRIETAIRES

La castration répond tout d'abord à une forte demande des propriétaires de chats. Cette demande s'est largement accrue durant les dernières décennies. Cela s'explique tout d'abord par l'augmentation du nombre de chats de compagnie. En France, le nombre de chats domestiques est passé de 10,7 millions en 2008 à 15,1 millions en 2020 (48). Leur médicalisation est par ailleurs croissante, même si elle reste inférieure à celle des chiens.

Aux Etats Unis, une étude sur 320 172 chats a montré que 83% des mâles étaient castrés. Des résultats similaires ont été présentés pour le Royaume Uni, avec un taux de castration de 91,5% parmi 1167 chats (49). En Irlande, seulement 72,6% des 192 chats étudiés étaient castrés (50).

En France, une enquête au département de médecine préventive de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA) a montré que 68% des 385 chats présentés en consultation étaient castrés (51). Les données récoltées en 2013 par la Fédération des Fabricants d'Aliments pour castrés (52).

Plusieurs raisons poussent les propriétaires de chats mâles à faire castrer leur animal. Elles varient parfois selon les pays, les zones géographiques (rurale ou urbaine) et le rapport des personnes aux animaux de compagnie (53).

A. COMPORTEMENT

Les premières raisons de la castration évoquées par les propriétaires de chats mâles sont généralement la prévention ou la correction de comportements indésirables (53, 54). Une étude conduite en 2006 auprès de 433 vétérinaires espagnols montre d'ailleurs que le premier traitement mis en place pour limiter les problèmes comportementaux est la castration (55). Un sondage réalisé par OpinionWay pour la Société Protectrice des Animaux (SPA) en 2019 auprès de 100 vétérinaires et 1001 propriétaires de chats indique également que le principal argument en faveur de la stérilisation féline et l'amélioration du comportement des animaux (pour 87% des vétérinaires et 52% des propriétaires) (56).

Le problème le plus fréquemment rapporté par les propriétaires de chats est la **miction inappropriée** (55), et constitue un des motifs majeurs d'abandon bien qu'il s'agisse d'un comportement normal de l'espèce (57). Ces mictions peuvent être comportementales ou témoins d'une maladie. Parmi les mictions inappropriées comportementales, on retrouve le marquage urinaire par « pulvérisation » d'urine (58). Ce comportement est beaucoup plus présent chez les chats entiers et constitue un moyen de communication avec leurs congénères. Il permet de délimiter le territoire mais aussi d'attirer les femelles en période de reproduction (59). Il aiderait également les chats stressés à créer un environnement rassurant (58). Le marquage urinaire est vraisemblablement sous contrôle hormonal, bien que les mécanismes précis n'aient pas été complètement élucidés.

Une étude a été menée à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT) auprès des propriétaires présentant leur animal en consultation de reproduction en vue d'une stérilisation. Parmi les 101 détenteurs d'un chat mâle, 33% souhaitaient prévenir le marquage du territoire (60). Peu de travaux récents ont étudié les effets de la castration sur le comportement des chats. Une étude de 1973 s'est penchée sur l'évolution de certains comportements chez les chats après leur castration, dont les résultats sont présentés en tableau III (61). Parmi les 42 chats étudiés, plus de la moitié se livraient à du marquage urinaire avant leur castration. Suite à la procédure, 87% des propriétaires ont observé un déclin rapide (deux semaines) ou plus progressif (entre deux et six mois) du comportement de marquage.

Les propriétaires de chats souhaitent également éviter les **fugues et les accidents** associés. Ce motif arrive en deuxième position (23,2%) dans les résultats de l'enquête de l'ENVT sus-citée (60). Une méta analyse réalisée en 2016 s'est intéressée aux facteurs influençant la taille du domaine vital (aire parcourue pour les activités quotidiennes, sans notion de défense) chez les chats (62). Les conclusions montrent que si les mâles ont un domaine vital globalement plus étendu que les femelles, leur statut sexuel n'a pas d'impact significatif sur la taille du domaine. Cela va donc à l'encontre de l'idée selon laquelle les chats castrés s'éloignent moins de leur domicile. Cependant, le traitement statistique de l'analyse ne prenait pas en compte l'âge auquel les chats avaient été castrés. Il est possible que les chats castrés jeunes établissent un territoire plus restreint, tandis que les chats castrés adultes, une fois leur territoire établi, ne le modifient pas (62). L'étude de Hart et Barrett montre tout de même que la castration réduit les comportements d'errance chez plus de 90% des chats (61).

Tableau III – Evolution des comportements indésirables chez 42 chats mâles après leur castration (61)

Comportement	Nombre de chats	Changement de comportement					
		Rapide		Progressif		Pas de changement	
		Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Bagarres	33	17	53	12	35	4	12
Errance	16	9	56	6	38	1	6
Marquage urinaire	23	18	78	2	9	3	13

B. SANTE

Les propriétaires espèrent également allonger **l'espérance de vie** de leur animal grâce à la castration (56), notamment grâce à la suppression de comportements précédemment évoqués tels que les fugues et les bagarres. Le suivi de 41 chats de compagnie dans la ville d'Auckland a permis d'observer leurs habitudes lors de leurs divagations (63). Sur une période de trois jours, tous les chats ont eu au moins un **comportement à risque**. Ce terme comprend les altercations avec d'autres chats, la présence sur les voies de circulation ou sous les voitures, l'ingestion d'éléments solides ou liquides, l'escalade des toits et des conduits d'évacuation d'eau. Les principaux comportements rencontrés étaient la présence sur les routes et l'ingestion de liquides (63), qui peuvent se solder par des accidents de la voie publique ou des intoxications. Réduire la divagation des chats permet donc de réduire les risques d'accidents.

La castration est par ailleurs considérée comme un moyen d'empêcher les **maladies et infections** propagées par les bagarres ou l'accouplement (53). On retrouve parmi elles le virus de l'immunodéficience féline (FIV) et le virus leucémogène félin (FeLV). Leur mode de transmission est différent : morsure uniquement pour le FIV, morsure, léchage, toilettage, partage de plats d'eau ou de nourriture et transmission in utero pour le FeLV (64).

La séroprévalence du FeLV et du FIV ainsi que les facteurs de risque de séropositivité ont été recensés dans plusieurs pays.

Une étude s'intéressant à 62 301 chats au Canada et aux Etats Unis (chats de propriétaires, en refuge ou association d'aide aux animaux) fait état de 3,1% de séropositifs pour les antigènes du FeLV et de 3,6% de séropositifs pour les anticorps anti-FIV. Les facteurs de risque associés étaient l'accès à l'extérieur et la non-stérilisation (65).

Sur le même modèle, d'autres travaux se concentrant sur le Canada ont montré que, parmi 11 144 chats testés, 4,31% étaient séropositifs FIV et 3,44% séropositifs FeLV. La séroprévalence était plus importante notamment chez les chats ayant accès à l'extérieur et les chats non stérilisés. La probabilité d'un test FIV positif était de 7,43% chez les mâles entiers, tandis que celle d'un test FeLV positif était de 7,08% chez les mâles non castrés (derrière les 7,29% des femelles entières) (66).

Une étude conduite en France entre 1991 et 1996 chez 556 chats errants ou de compagnie a montré que 13,25% des chats étaient positifs au FIV et 7,24% positifs au FeLV. Le facteur de risque principal était le caractère dominant (généralement mâle adulte entre quatre et cinq kilogrammes), puisqu'il conduit à de nombreuses altercations pour la défense du territoire. Les chiffres élevés présentés dans cette étude pourraient notamment s'expliquer par l'absence de vaccination à cette époque-là, et des politiques de prévention moins abouties concernant les rétroviroses félines.

Le FIV et le FeLV se transmettent par les interactions entre chats, agressives ou non. La castration semble jouer un rôle dans la contraction de ces deux virus. Les chats castrés ont une propension à divaguer plus faible, et entrent moins en conflit avec leurs congénères pour la défense du territoire ou la compétition pour les femelles. En effet, une étude menée sur 184 chats errants a montré que la castration réduisait drastiquement les risques de conflits : sur une année, seulement une bagarre sur les 199 recensées a éclaté entre deux chats castrés (67). Par ailleurs, les travaux de Hart et Barrett font état d'une réduction des bagarres chez près de 90% des chats castrés (61). Castrer son chat apparaît donc comme un moyen de le protéger à la fois contre les rétroviroses félines, mais aussi contre les affections de type abcès ou blessures oculaires.

Si la castration permet de réduire accidents, blessures et maladies infectieuses, certains effets à long terme peuvent se révéler néfastes pour la santé des animaux. Ils seront développés ultérieurement.

C. PREVENTION DE LA REPRODUCTION

La troisième motivation principale des propriétaires de chats mâles présentés à l'ENVT est la **prévention de la reproduction** (18,5%). Cela rejoint le sens de la responsabilité évoqué par l'étude menée en Irlande (53, 60). Les propriétaires sont en effet conscients du nombre de portées non désirées, aboutissant parfois à une saturation des refuges ou à des euthanasies. Ceux qui parmi eux possèdent des femelles ne souhaitent pas avoir à garder des chiots ou chatons ou devoir trouver des adoptants, tandis que les propriétaires de mâles ne veulent pas être responsables de la prolifération d'animaux non désirés. La stérilisation fait d'ailleurs partie des recommandations de l'Association Américaine de Médecine Vétérinaire (AVMA) pour une détention responsable des animaux de compagnie (68).

D. RETICENCES

Le principal frein à la stérilisation des chats réside dans **le coût** de l'intervention (53). D'après le sondage pour la SPA évoqué précédemment, il s'agit du premier argument de 38% des propriétaires pour ne pas stériliser leur chat. Soixante-neuf pour cent des vétérinaires constatent quant à eux que l'aspect financier constitue le premier motif de non-stérilisation (56). En France, une castration féline en clinique vétérinaire coûte en moyenne entre 60€ et 80€. Les associations de protection animale proposent souvent des tarifs avantageux voire une prise en charge des frais de stérilisation pour les animaux adoptés ou les propriétaires en difficulté financière, afin d'encourager la stérilisation.

Une autre réticence, spécifique aux propriétaires de mâles, est **d'ordre psychologique**. En effet, certains estiment que la castration changera la personnalité de leur chat (53) et portera atteinte à la virilité de l'animal, comme le constatent 55% des vétérinaires interrogés par la SPA. Cinquante-cinq pour cent d'entre eux notent également que les propriétaires perçoivent la stérilisation comme un acte contre-nature (56). La pratique de la castration doit donc faire face à des idées reçues souvent très ancrées dans les mentalités.

Enfin, les propriétaires évoquent pour 11% d'entre eux la peur que leur animal **soffre** ou que l'anesthésie leur soit fatale. Cinquante et un pour cent des vétérinaires signalent que cette crainte constitue le principal frein à la stérilisation (56). Il revient alors aux praticiens d'expliquer la procédure, ses modalités anesthésiques et analgésiques et ses éventuelles complications : 22% des propriétaires envisageraient de réfléchir à une stérilisation après avoir obtenu ces informations.

La position du **vétérinaire** est centrale dans la décision de stérilisation, et doit obtenir des propriétaires un consentement éclairé avant de réaliser la procédure. Il est important de mettre l'accent sur les bénéfices de la stérilisation, de détailler les étapes et les risques de l'intervention, et de permettre au propriétaire de faire son choix en conséquence (53). L'enquête de la SPA montre que les propriétaires réticents pourraient reconsidérer leur décision s'ils obtenaient des informations sur les programmes de stérilisation, les bénéfices de l'opération, la réduction des nuisances ou la prévention de certaines pathologies. Cependant, 16% d'entre eux affirment qu'aucun argument ne pourrait les faire changer d'avis (56) probablement car leur opinion est fondée sur des idées reçues difficiles à déloger.

La castration des chats mâles répond aux demandes des propriétaires : prévention ou correction de comportements indésirables, protection de la santé de leur animal et suppression de la reproduction. Certains facteurs comme le coût ou les idées reçues peuvent freiner la démarche des propriétaires. Le vétérinaire détient alors un rôle décisif pour évoquer les avantages et inconvénients et éclairer les propriétaires dans leur choix

II/ GESTION DES POPULATIONS

La stérilisation joue un rôle essentiel dans le contrôle des populations de chats. Cela concerne les chats de compagnie mais aussi les chats dits errants. Ce terme désignera par la suite les chats n'ayant pas de propriétaires, difficilement approchables dans leurs milieux de vie, capables de survivre avec ou sans intervention humaine et pouvant présenter des comportements de peur ou de défense envers l'humain (69).

Le nombre de chats errants est délicat à estimer. Ils seraient 50 millions aux Etats Unis (70). En France, la SPA a recensé 361 000 chats libres en 2018 (56).

Une projection a été réalisée en 2004 afin d'évaluer la contribution des chats errants à la surpopulation féline. Les résultats sont résumés dans la figure suivante (71).

Variable	Chats de propriétaires	Chats errants
Pourcentage de femelles	50%	50%
Taux de stérilisation	85%	2%
Portées par an	1.5	1.5
Chatons par portée	4.0	4.0
Chatons par chat par an	0.45	2.9
Population féline aux USA	73 millions	50 millions
	33 millions	147 millions

Figure 16 – Projection annuelle de la contribution des chats de compagnie et errants à la surpopulation féline (71)

Les chats errants, en raison essentiellement de leur faible taux de stérilisation, sont responsables d'une grande partie de la surpopulation féline. En effet, les chats de compagnie, bien que plus nombreux, produisent bien moins de chatons grâce à un taux de stérilisation de 85%. Cette projection ne tient pas compte de la mortalité des chatons, souvent élevée chez les chats errants, et ne reflète donc pas le nombre de nouveaux adultes par an.

En appliquant le taux de mortalité avant 6 mois de 75% constaté dans une étude de 2004 sur les portées de 625 chattes errantes, le nombre d'adultes errants supplémentaires chaque année est de 37 millions (72). La stérilisation fait donc partie de la solution au problème de surpopulation féline.

A. PROBLEMES CAUSES PAR LES CHATS ERRANTS

1. Nuisances

Les chats errants provoquent, par leur comportement naturel, de nombreuses nuisances pour les habitations environnantes, et ce particulièrement dans les zones urbaines à forte densité humaine.

Les chats errants entraînent tout d'abord des nuisances **sonores**. Que ce soit lors de bagarres ou lors de la saison de reproduction, les vocalises sont souvent très bruyantes, particulièrement la nuit. Les chats mâles entiers en sont les principaux responsables (70).

A cela s'ajoutent les nuisances **visuelles et olfactives**. En effet, les chats peuvent s'attaquer aux poubelles et répandre leur contenu sur la voie publique. Urine et excréments souillent également jardins et terrasses. Les cadavres de chats sont également sources de plaintes. Une étude menée dans 5 villes Israéliennes a montré que sur une période de quatre ans, 55,3% des plaintes formulées concernant les chats errants mentionnaient leurs cadavres (73).

Les chats errants peuvent par ailleurs être responsables de **dégradations matérielles** comme des griffures sur les véhicules ou une détérioration de matériaux d'isolation.

Enfin, la saison de reproduction voit le nombre de nuisances liées à la mise bas et aux chatons (73). Elles augmentent graduellement entre Mars et Avril pour atteindre un pic en Mai, puis diminuent progressivement jusqu'à l'automne, comme l'illustre la figure suivante.

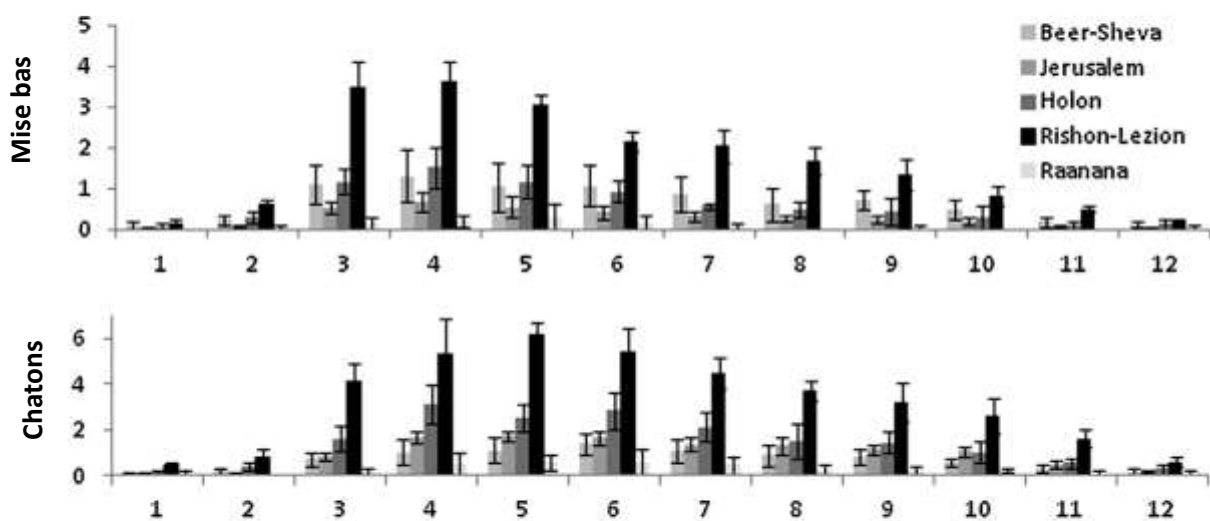


Figure 17 – Distribution annuelle en nombre pour 10 000 habitants par mois de 101 415 plaintes concernant les chats errants dans les villes de Beer-Sheva, Jerusalem, Holon, Rishon-Lezion, Raanana sur 2007 (73)

La présence de nombreux chats errants peut donc être difficile à supporter dans certains quartiers, d'autant plus lorsque certains habitants laissent de la nourriture à disposition des animaux. Les riverains sont parfois amenés à mettre en place des méthodes répulsives telles que des appareils à ultrasons ou à les chasser de manière plus frontale en utilisant des jets d'eau.

2. Impact sur la faune sauvage

Le statut de prédateur des chats entraîne inévitablement des comportements de chasseur. Si l'élimination de rats et souris est souvent perçue comme le « travail » bénéfique des chats, la prédation d'autres animaux sauvages peut devenir problématique. En raison notamment de la diversité de leurs habitats, les chats sont considérés comme les mammifères **invasifs** les plus dangereux pour les espèces autochtones ou endémiques, en particulier les oiseaux (74).

Un modèle prédictif a été établi pour la distribution sur le territoire polonais de deux espèces d'oiseaux, le Bruant jaune et la Bergeronnette printanière, afin d'étudier l'influence des chats sur ces deux populations. La présence de félins apparaît comme un facteur négatif sur les populations d'oiseaux, réduisant leur nombre et modifiant leur habitat (74).

Ce phénomène est encore plus visible dans les territoires insulaires, où les chats ont été introduits face à des proies n'ayant souvent pas de stratégies défensives face aux mammifères prédateurs. Les chats exercent également une pression indirecte sur les autres espèces en entrant en compétition avec elles pour la nourriture et autres ressources (75).

Une méta-analyse réalisée en 2011 ayant pour support toute la littérature ayant documenté l'impact des chats errants sur des espèces appartenant aux catégories les plus préoccupantes dans la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) : vulnérables, en danger d'extinction, en danger critique d'extinction, éteintes à l'état sauvage, et entièrement disparues. Cent vingt îles ont été incluses dans cette analyse. Les résultats ont montré que les chats errants ont contribué à 14% des extinctions récentes d'oiseaux, mammifères et reptiles et à 8% de la mise en danger de ces mêmes types de proies (75).

Les chats errants constituent donc une espèce invasive ayant un impact négatif sur de nombreuses autres espèces. La gestion de ces populations se révèle être, dans certaines zones géographiques, un véritable enjeu pour la préservation de la biodiversité.

3. Impact sur la santé humaine

Comme cela a été évoqué précédemment, les chats sont touchés par diverses maladies qui impactent leur santé et peuvent constituer un réservoir d'agents infectieux. Cela est d'autant plus vrai chez les chats errants pour lesquels la prévention et le traitement des maladies sont inexistantes (76).

Parmi ces agents infectieux, certains sont **zoonotiques** et peuvent mettre en danger la santé publique humaine. Les maladies concernées sont essentiellement la rage, la toxoplasmose, la tularémie, les *larva migrans* cutanées dues à diverses parasitoses et le typhus murin (76).

Aux Etats Unis, de nombreuses études ont montré que l'exposition humaine au virus de la **rage** était largement associée aux chats errants (76). Dans l'état de Géorgie, près de 17% des 184 expositions humaines confirmées entre 2004 et 2006 faisaient suite à des morsures de chats (77). Entre 1993 et 2002 dans l'état de New York, 31,8% des 13 004 traitements post exposition étaient dus à des contacts avec des chats enragés (78). Ces chiffres relativement élevés peuvent notamment s'expliquer par la possibilité de contacts rapprochés avec les chats errants. Leurs points de nourriture ont également tendance à attirer d'autres animaux tels que les rats-laveurs, mouffettes ou renards (79). Si les cas de rage humaine demeurent peu fréquents (36 décès aux Etats Unis entre 1990 et 2001 (71)), les chats errants peuvent être responsables directement ou indirectement de certains d'entre eux.

De nombreux **parasites** peuvent également être transmis par les chats errants, en particulier via leurs excréments. *Toxoplasma gondii* est plus fréquemment retrouvé chez les chats errants (63%) que chez les chats de compagnie (34%) (80). La même étude montre que 21% des chats errants étudiés sont porteurs de *Toxocara cati*.

La toxoplasmose est particulièrement dangereuse pour les femmes enceintes, tandis que la toxocarose peut produire des *larva migrans* viscérales et oculaires provoquant de graves séquelles. Une forte densité de chats errants augmente donc la pression parasitaire. Cette dernière est particulièrement élevée dans les zones où les chats peuvent déféquer comme les parcs publics ou les plages (76).

En raison de l'absence de traitement antiparasitaires externes, les chats errants sont enfin plus susceptibles d'être porteurs d'agents infectieux transmis par divers **vecteurs** (80). C'est le cas de la bactérie *Bartonella henselae*, transmise par les puces. Cette infection est inapparente chez le chat. Elle est transmise à l'humain par des morsures ou griffures, d'où son appellation de maladie de la griffe du chat. Les symptômes comprennent rougeur et gonflement au niveau de la blessure, accompagnés d'une adénomégalie, voire de fièvre et de céphalées (76). Sur 100 chats sauvages suivis en 2004, 93% étaient porteurs de *Bartonella henselae*, contre 75% des 76 chats de compagnie étudiés (80). Les chats constituent donc un important réservoir de la bactérie, et peuvent facilement la transmettre à l'humain.

Les chats errants peuvent ainsi poser un problème de santé publique humaine, en étant responsable de la transmission de divers agents infectieux. C'est pourquoi certains programmes de suivi et de contrôle des populations incluent *a minima* la prophylaxie antiparasitaire chez ces chats errants.

B. STRATEGIES DE CONTROLE DES POPULATIONS

Compte tenu du taux généralement élevé de chats de propriétaires stérilisés, la principale source de surpopulation féline réside dans les chats errants (71). Différentes stratégies sont mises en place afin de limiter leur prolifération. Les trois principales sont : **l'élimination des chats**, la méthode **trap, neuter, release** (TNR) et la méthode **trap, vasectomy, hysterectomy, release** (TVHR). L'enjeu principal est de proposer une méthode de contrôle facilement réalisable, efficace, et surtout éthique (71).

1. Elimination des chats du secteur

Cette stratégie repose sur l'élimination définitive des chats ou leur placement.

Des programmes d'éradication ont été mis en place sur certaines îles dans les années 1990, qui visaient à **tuer** tous les chats du secteur. Plusieurs techniques étaient utilisées. On trouve parmi elles la chasse humaine, la chasse aidée par des chiens, le piégeage en utilisant ou non des appâts, l'empoisonnement ou l'introduction de maladies infectieuses (81, 82). Ces stratégies ont été relativement fructueuses, puisqu'elles ont permis l'éradication des chats errants sur au moins 48 îles, essentiellement de petite taille (< 5km²).

Il est cependant difficile d'appliquer de telles politiques en territoire continental, pour des raisons logistiques et parce que les importations de chats ne peuvent être contrôlées (71).

L'opinion publique est par ailleurs de plus en plus réticente aux méthodes basées sur la suppression des chats : une enquête belge de 2021 menée auprès de 4453 flamands a montré que 86,7% d'entre eux sont en désaccord avec des scénarios de gestion de populations impliquant la mort des chats (83).

Il est également possible d'extraire les chats de leur vie « sauvage » afin de les faire **adopter** (71). Cela est relativement aisé pour les chatons ou les adultes suffisamment sociabilisés. Malheureusement, la plupart des chats errants sont craintifs, difficiles à approcher et impossibles à placer dans un foyer. Ils deviennent alors un problème dans les refuges. Aux Etats Unis, il est estimé que 75% des chats euthanasiés en refuge seraient adoptables. Recueillir les chats errants se révèle donc contreproductif, puisqu'ils saturent les refuges et conduisent à une augmentation des euthanasies, faute de place (71).

Une dernière solution pour retirer les chats d'un milieu est leur placement dans des zones bien délimitées appelées « **sanctuaires** ». Les chats demeurent errants mais sont nourris et disposent d'un espace de vie circonscrit. Plusieurs initiatives de ce type existent en France et dans le monde. Le principal obstacle rencontré par ces sanctuaires est une saturation rapide. C'est pourquoi bon nombre d'entre eux mettent en place des politiques de stérilisation, notamment des campagnes TNR (71).

Les stratégies de contrôle proposant la suppression ou l'extraction des chats errants se heurtent à plusieurs obstacles : difficulté de mise en place, inefficacité, et inacceptabilité en ce qui concerne la mise à mort des chats errants. Les choix se portent donc de plus en plus sur des méthodes permettant la conservation des chats dans leur milieu de vie.

2. Programmes Trap, Neuter, Release

La stratégie TNR est la plus utilisée pour le contrôle des chats errants. Le principe est de les piéger pour les stériliser et ensuite les relâcher dans leur milieu de vie. Cette méthode vise surtout la **réduction** du nombre de chats, plus que leur éradication complète (71).

Plusieurs travaux en Floride ont montré des résultats encourageants. Un programme mis en place dans le Comté d'Orange sur une période de 6 ans a montré qu'il était plus efficace que l'euthanasie systématique. Les coûts étaient plus avantageux, le nombre de chats recueillis par les refuges a diminué, tout comme le nombre de plaintes concernant les chats errants (84).

Un autre programme de ce type a été testé sur un campus pendant 11 ans (85). Sur les 155 chats errants étudiés, 47% ont été adoptés, probablement car la stérilisation, en particulier des mâles, tend à modifier le comportement des chats, les rendant plus sociables et donc plus aptes à l'adoption. L'autre élément clé de cette étude est l'absence de naissances de chatons au terme de 4 ans de TNR. Sans ce programme, entre 277 et 735 chatons auraient vu le jour chaque année.

En tout, la population sur le campus est passée de 155 à 26 chats errants (85). Ces résultats montrent l'intérêt de la méthode TNR, en particulier lorsqu'elle est combinée à des possibilités d'adoption.

En France, la réglementation ne prévoit pas d'obligations concernant la stérilisation des chats errants. Les maires peuvent cependant, de leur propre initiative ou à la demande d'une association de protection des animaux, faire procéder à la capture de chats non identifiés et sans propriétaire, vivant en groupe dans des lieux publics de leur commune, afin les identifier et les stériliser avant de les relâcher dans ces mêmes lieux (86). Ainsi, la Fondation 30 millions d'amis a permis de procéder, en partenariat avec les municipalités et associations de protection locales, à la stérilisation de 51 316 chats dans le cadre de programmes TNR depuis 2014 (87). La SPA a quant à elle permis la stérilisation de 2 676 chats errants en 2018 (56). Si ces campagnes ne font pas l'objet de publications scientifiques, elles reflètent tout de même une importante mobilisation des associations de protection animale dans des programmes TNR pour lutter contre la surpopulation féline. Des mesures supplémentaires pourraient être prises à l'avenir. En effet, la loi du 30 novembre 2021 visant à lutter contre la maltraitance animale et conforter le lien entre les animaux et les hommes stipule que le Gouvernement devra remettre, d'ici le mois de juin 2022, un rapport au Parlement concernant les chats errants. Ce rapport aura pour but de formuler des recommandations et mesures répondant à la problématique des chats errants (88).

Depuis 1991, l'Italie a adopté une politique de non-élimination des chats errants. La législation stipule qu'ils sont protégés et ne peuvent pas être déplacés. Les autorités vétérinaires locales ont l'obligation de s'engager dans des programmes TNR. Les citoyens s'occupant de nourrir et de prendre soin des chats errants sont par ailleurs fédérés en associations qui travaillent en partenariat avec les vétérinaires (89). Ainsi, la ville de Rome a mis en place depuis 1991 une large campagne TNR. Entre 1991 et 2000, 8000 des 13 273 chats recensés ont été stérilisés.

Cela a conduit à une diminution de 16% à 32% de la population de chats errants dans la ville. Si ces chiffres témoignent d'un certain succès du programme, les autorités espéraient une baisse encore plus significative du nombre de chats. Le principal problème rencontré demeure l'arrivée de nouveaux individus, en majorité abandonnés, qui viennent grossir les rangs des chats errants romains. Les auteurs de l'étude concluent que les programmes TNR sont efficaces, si et seulement si des campagnes de sensibilisation contre l'abandon et pour une gestion responsable des chats de compagnie sont mises en place (89).

Cette immigration massive de chats vers des colonies contrôlées par TNR a conduit à l'échec d'un certain nombre de programmes. L'un d'entre eux a été étudié par Castillo et Clarke en 2003 (90). Il s'agissait d'un programme TNR ciblé sur deux parcs publics en Floride. Dans ces deux parcs, non seulement la population de chats errants n'a pas diminué, mais elle a drastiquement augmenté : 27 chats supplémentaires dans le premier et 61 pour le second. Cette dynamique de population est due à l'arrivée de nouveaux chats. Certains propriétaires abandonnent leurs animaux dans des zones suivies, car ils savent que d'autres personnes s'en occuperont. D'autres chats sont également attirés par la nourriture disponible dans la zone suivie (90).

Une modélisation des populations de chats errants a montré que pour espérer un déclin d'une population de chats errants, au moins 75% des animaux entiers devraient être stérilisés chaque année. Ce taux est valable pour des populations fermées, sans phénomène d'immigration ou d'adoption (91), et se révèle probablement plus élevé encore en conditions réelles.

Il ne paraît donc pas raisonnable de se reposer uniquement sur la méthode TNR. Elle doit impérativement être **accompagnée** de mesures d'adoption et d'éducation des populations humaines. Il semblerait également judicieux de médiatiser au minimum ces campagnes, afin de minimiser les abandons volontaires de chats dans les zones suivies (71).

3. Alternative : stratégie Trap, Vastectomy/Hysterectomy, Release

La méthode TVHR est une variante de la TNR. Au lieu de pratiquer la castration ou l'ovariectomie sur les chats piégés, les vétérinaires réalisent une hystérectomie ou une vasectomie. Ainsi, les chats opérés ne peuvent plus se reproduire, mais conservent leurs hormones sexuelles et donc un **comportement d'animaux entiers**. Les mâles gardent leur statut social et sexuel dans la hiérarchie de la colonie, et contribuent notamment à limiter l'immigration sur leur territoire (79). L'accouplement provoque par ailleurs chez la femelle une période non réceptive d'environ 40 jours, prévenant ainsi toute gestation. Les chattes ayant subi une hystérectomie continuent d'attirer les mâles, maintenant à la fois la compétition entre femelles et la compétition entre mâles (92).

La dynamique des populations de chats errants a été modélisée sur informatique (92). Les groupes de départ étaient composés de 40 mâles entiers et 40 femelles entières. Trois modèles ont ensuite été étudiés : contrôle par élimination, TNR, et TVHR. La méthode la plus efficace pour diminuer le nombre de chats, quel que soit le taux de capture, est la TVHR. Pour un taux de 35%, cette méthode permet de diminuer la population de 50%.

L'élimination complète d'une population en 4000 jours (11 ans) nécessite un taux de capture situé entre 35% et 57% pour la TVHR, là où l'euthanasie et la TNR requièrent un taux de capture de plus de 82%.

La méthode TVHR apparaît donc comme la plus efficace lorsqu'une diminution du nombre de chats est recherchée (92). Cette stratégie ne permet en revanche pas l'élimination des **nuisances**, puisque les chats conservent leur comportement social et sexuel.

4. Intérêt dans l'enseignement

La stérilisation de chats errants est une solution pour pallier le manque de temps et d'animaux disponibles pour pratiquer les chirurgies de convenances dans les cursus vétérinaires. Plusieurs universités ont conclu des partenariats avec des refuges et associations locales, avec pour résultat une amélioration des compétences cliniques des étudiants.

L'Université Vétérinaire de Massey en Nouvelle Zélande a par exemple lancé un programme qui propose aux étudiants volontaires de pratiquer des stérilisations à faible coût pour les propriétaires en difficulté financière (12). En France, ce type d'initiative provient généralement des étudiants, qui effectuent des stages dans des dispensaires ou dans des structures vétérinaires partenaires d'associations locales.

Une campagne TNR a par exemple été mise en place entre la municipalité de la ville de Lyon, l'association Les Chats de Loyasse, la SPA de Lyon et le campus vétérinaire de VetAgro Sup (93). Ce programme a permis la stérilisation d'une cinquantaine de chats libres entre la rentrée scolaire 2019 et le mois de mars 2020. En raison de la pandémie de COVID-19 et de remaniements au sein de la municipalité, les trappages ont seulement pu reprendre en mai 2022. Depuis cette reprise, et à raison de sept chats par semaine, la campagne a conduit à la stérilisation d'une trentaine de chats. Cette initiative permettra sur le long terme un meilleur contrôle des populations de chats errants dans la ville de Lyon. Elle fournit également aux étudiants un nombre conséquent d'animaux disponibles pour l'apprentissage des chirurgies de convenance (93).

Les étudiants peuvent donc être mis à contribution pour aider à la gestion des populations de chats errants, tout en gagnant en expérience et compétence.

Les chats errants sont source de nombreux problèmes : nuisances, impact écologique et sur la santé publique. La stérilisation permet de limiter la surpopulation féline, mais n'est pas suffisante et doit être accompagnée d'autres mesures telles que l'adoption. Ces campagnes de stérilisation peuvent fournir de nombreux animaux pour la pratique des chirurgies de convenance par les étudiants. La vasectomie des mâles apparaît comme une alternative plus efficace pour la réduction des populations, mais elle demeure plus coûteuse en matériel et en temps qu'une simple castration.

III/ LA CASTRATION

A. RAPPELS ANATOMIQUES

L'appareil génital mâle comprend l'ensemble des organes permettant l'élaboration du sperme et son acheminement dans les voies génitales de la femelle. Les testicules composent la section glandulaire, tandis que les voies spermatiques – épидидyme, conduit déférent et glande vésiculaire – composent la section tubulaire chargée de stocker et transporter les spermatozoïdes jusqu'au sinus uro-génital. Cette section uro-génitale est formée par l'urètre, auquel sont annexées la prostate, les glandes bulbo urétrales et le corps caverneux. La réunion de ce dernier et de la partie extra pelvienne de l'urètre constitue le pénis (94).

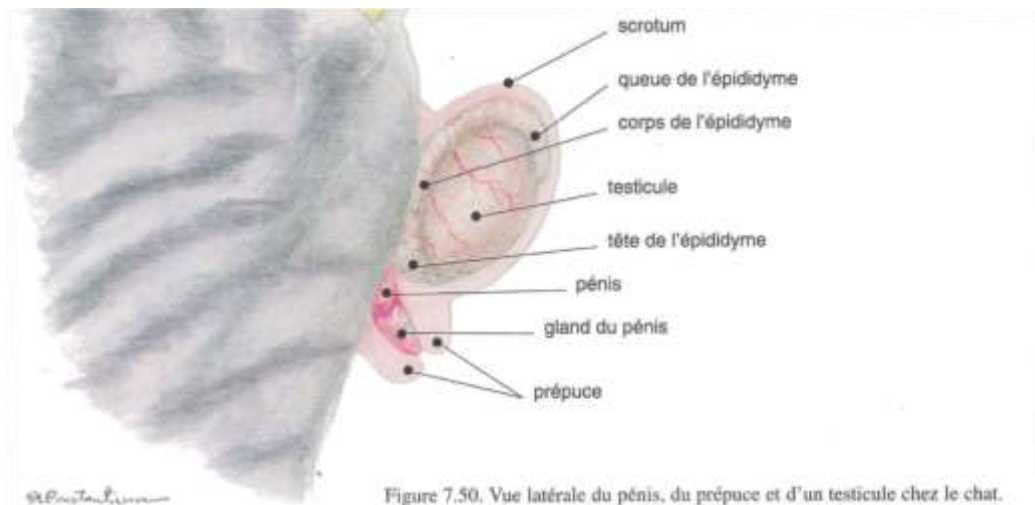


Figure 7.50. Vue latérale du pénis, du prépuce et d'un testicule chez le chat.

Figure 18 – Vue latérale des organes génitaux externes du chat mâle (95)

1. Testicules

Ils sont chargés de la production de spermatozoïdes et de la sécrétion de testostérone. La plupart des caractères sexuels secondaires et l'activité sexuelle sont donc sous leur dépendance. Ce sont des organes pairs, logés aux côtés de l'épididyme dans la tunique vaginale et le scrotum (94, 95).

Le **scrotum** est l'enveloppe la plus externe, commune aux deux testicules. Il comprend une couche cutanée et une couche de fibres musculaires lisses appelée **dartos**. Le scrotum est séparé des structures profondes par le **fascia spermatique externe**. Ces enveloppes constituent les tuniques extra abdominales des testicules. On retrouve ensuite le muscle **crémaster**, grêle chez le chat, chargé de l'ascension du testicule vers la région inguinale.

Les tuniques intra abdominales comprennent le **fascia spermatique interne** et la **tunique vaginale**. Le fascia spermatique interne est une doublure fibreuse de la lame pariétale de la tunique vaginale. La lame viscérale revêt étroitement le testicule, l'épididyme et les éléments du cordon spermatique.

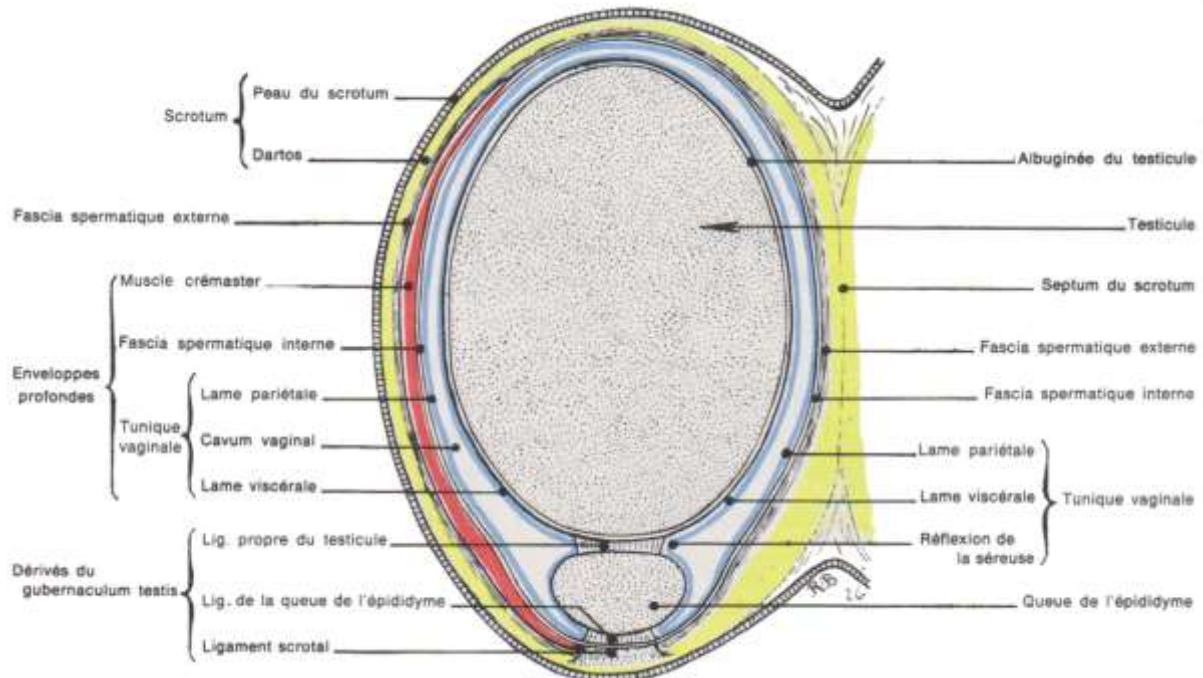


Figure 19 – Coupe horizontale du testicule gauche et de ses enveloppes en partie distale (94)

2. Epididyme

Chaque testicule est coiffé de son épидидyme. Il est composé d'une tête, d'un corps et d'une queue. Il s'agit d'un organe de transit des spermatozoïdes, mais aussi de stockage entre deux éjaculations. Les épидидymes sont prolongés du côté de leur queue par le canal épидидymaire.

3. Cordon spermatique

Il est composé du conduit déférent, de vaisseaux sanguins, lymphatiques, et de nerfs.

Le **conduit déférent** prolonge le conduit épидидymaire et s'abouche dans la partie pelvienne de l'urètre et assure le transport des spermatozoïdes.

Les testicules sont approvisionnés en sang via les **artères testiculaires** issues de l'aorte caudale, et drainés par un réseau veineux (**le plexus pampiniforme**) qui rejoint la veine cave caudale. Ces vaisseaux cheminent à travers le canal inguinal jusqu'aux testicules, et constituent la partie vasculaire du cordon spermatique (96).

Les nerfs proviennent du plexus mésentérique caudal et forment le long des vaisseaux le **plexus testiculaire**. Les vaisseaux lymphatiques comprennent les voies de drainage du testicule et celles de l'épididyme.

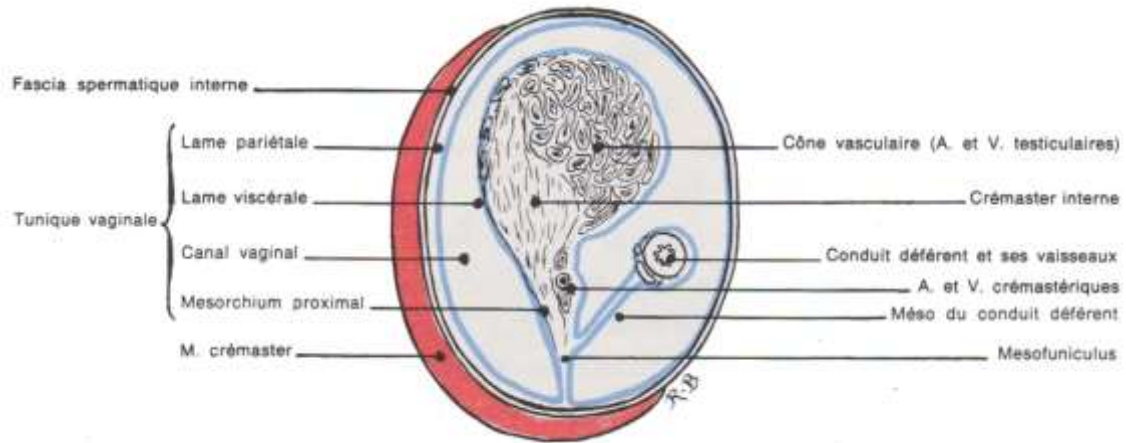


Figure 20 – Coupe horizontale du cordon spermatique gauche (94)

B. TECHNIQUES CHIRURGICALES

Le principe général de la castration est le retrait des testicules après ligature du cordon spermatique.

Il existe deux méthodes de castration chirurgicale : à testicule couvert ou à testicule découvert.

A testicule **découvert**, le scrotum et la tunique vaginale sont incisés afin d'en extraire les testicules. Les ligatures sont ensuite placées directement sur le cordon spermatique. Lorsque l'on opère à testicule couvert, la tunique vaginale est laissée intacte, et les ligatures sont placées sur celle-ci. La castration à testicule **couvert** a pour avantage de minimiser la contamination de l'abdomen et donc le risque septique. Les ligatures peuvent cependant être moins sécurisées puisqu'elles ne sont pas réalisées directement sur le cordon spermatique (97).

Les deux techniques existent chez le chat, et ne font généralement pas intervenir de fil de suture. Le cordon spermatique est soit noué sur lui-même (technique à testicule couvert) soit séparé en deux parties – conduit déférent et cône vasculaire – nouées entre elles. La cicatrisation des incisions scrotales se fait par seconde intention.

Cette dernière méthode est celle enseignée à VetAgro Sup, reproduite par le modèle de simulation mis en place.

Le déroulement est le suivant :

- ➔ Positionnement du chat sur le dos
- ➔ Epilation des testicules
- ➔ Nettoyage et désinfection de la zone
- ➔ Découpage et mise en place d'un « champ » compresse ou bande adhésive



Figure 21 – Positionnement du chat pour la procédure

- ➔ Incision du scrotum du premier testicule et extériorisation de la tunique vaginale et son contenu



Figure 22 – Première incision

- ➔ Incision de la vaginale
- ➔ Extériorisation du testicule et du cordon spermatique

- ➔ Séparation du conduit déférent et de la partie vasculaire du cordon
- ➔ Séparation de l'épididyme et du testicule



Figure 23 – Conduit déférent (à gauche) et partie vasculaire du cordon spermatique (à droite)

- ➔ Réalisation d'un nœud de chirurgien puis de nœuds simples entre le conduit déférent et la partie vasculaire
- ➔ Incision au-dessus du chapelet de nœuds



Figure 24 – Nœuds entre le conduit déférent et le plexus vasculaire et incision

- ➔ Enfouissement du chapelet de nœuds dans la vaginale
- ➔ Enfouissement de la vaginale dans le scrotum
- ➔ Répétition de l'opération pour le second testicule



Figure 25 – Aspect en fin de procédure

C. AGE PRECONISE

De nombreuses discussions ont eu lieu autour de l'âge préconisé pour la castration des chats. L'âge traditionnel de la castration se situe entre cinq et huit mois. La castration est désignée comme **précoce** lorsqu'elle a lieu avant l'âge de quatre mois.

Les pratiques varient selon les pays. Aux Etats Unis, la castration précoce est courante depuis les années 1980. L'Association Américaine des Praticiens en médecine Féline (AAFP) et de nombreuses autres institutions recommandent d'ailleurs la castration entre quatre et 16 semaines (98, 99), tout comme le *Cat Group* britannique (fédération de professionnels tels que les vétérinaires ou les associations de protection félines engagée dans le bien être des chats et l'édition de recommandations pour leur santé) (100). En France, il n'existe pas de consensus sur l'âge de stérilisation des chats.

Plusieurs travaux ont comparé la castration à l'âge traditionnel et la castration précoce aux Etats Unis. Deux cent soixante-trois chats ont été suivis durant trois ans. Le groupe de chats castrés avant six mois n'était pas sujet à des problèmes accrus de comportement ou de maladies infectieuses (101). Une étude similaire sur 1660 chats suivis sur une longue période (jusqu'à 10 ans) n'a pas mis en évidence d'augmentation du risque d'agressivité, de la formation d'abcès ou du marquage urinaire chez les chats castrés avant cinq mois et demi. La castration précoce ne semble donc pas affecter les bénéfices de la procédure (102).

La castration précoce doit répondre aux **particularités physiques et physiologiques** des très jeunes chats. Il faut tout d'abord s'assurer que les testicules se trouvent bien dans le scrotum. Avant la puberté, ils peuvent circuler librement dans le canal inguinal, et ne sont pas toujours palpables alors même que le chat ne présente pas de cryptorchidie. Le deuxième point d'attention est l'anesthésie. Un protocole adapté doit être utilisé, ainsi que des mesures de réchauffement per et post opératoires accrues, les jeunes chats étant naturellement plus sensibles à l'hypothermie (98). Enfin, une castration précoce requiert la pose de ligatures. En effet, la fragilité des structures du cordon spermatique empêche l'utilisation de la technique des nœuds. Le coût de la procédure est donc majoré.

La castration précoce n'entraîne donc pas plus de complications qu'une castration traditionnelle, mais elle doit être pratiquée en tenant compte des particularités anatomiques et physiologiques des chats prépubères.

D. COMPLICATIONS ET IMPACT SUR LE LONG TERME

La principale complication immédiate est l'hémorragie à la suite d'une mauvaise hémostase du plexus vasculaire. Cet incident est très rare chez le chat. Il en va de même pour les infections post-opératoires.

Sur le plus long terme, le risque le plus important est le **surpoids voire l'obésité**. La castration provoque des changements métaboliques importants. Les hormones de croissance du tissu adipeux et de la régulation de la glycémie sont notamment touchées (103), et les dépenses énergétiques des chats castrés diminuent après l'opération (104). Les modifications comportementales peuvent également conduire à une baisse de l'activité physique, les chats castrés ne se dépensant plus pour leur activité sexuelle (105). La prise de poids a été mise en évidence chez sept chats castrés à l'âge de 11 mois, pesés régulièrement pendant plus d'un an. Les chats avaient, avant et après castration, accès à la nourriture à volonté. Les résultats sont illustrés en figure 26.

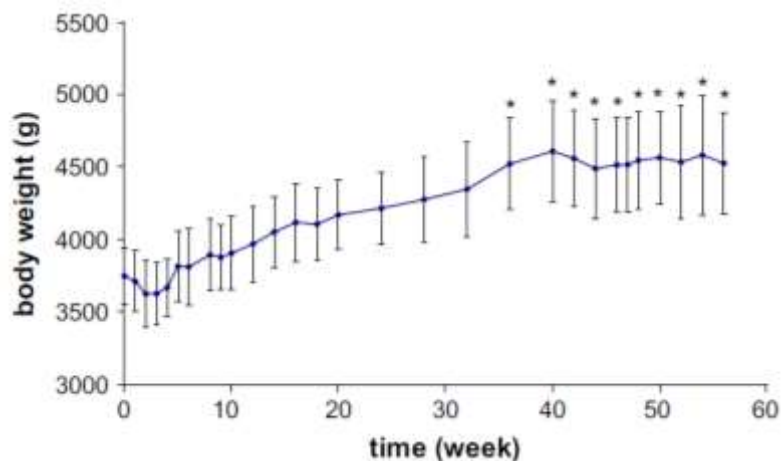


Figure 26 – Poids moyen des chats (+/- erreur standard) ; les * indiquent un poids significativement différent du poids de départ (103)

Après la castration, le poids diminue pendant trois à quatre semaines, puis augmente graduellement. Cette augmentation devient significative à partir de neuf semaines. La castration provoque donc une prise de poids.

L'étude précédemment citée auprès des chats présentés en consultation vaccinale à l'ENVA a fait état de 19% de chats en surpoids et 7,8% de chats obèses (tous sexes et statuts sexuels confondus). Ces travaux ont clairement identifié la castration comme un facteur de risque majeur de surpoids ou d'obésité, ajouté au risque initial plus présent chez les mâles que les femelles (51).

La castration doit donc être accompagnée de conseils et de **mesures diététiques** afin de limiter la survenue du surpoids ou de l'obésité.

E. ENSEIGNEMENT DE LA CASTRATION A VETAGROSUP EN 2021

1. Enseignement théorique

L'anatomie de l'appareil uro-génital du chat mâle est présentée au deuxième semestre de première année, dans le cadre de l'unité d'enseignement « Etude de l'appareil génital et du système endocrinien ».

2. Technique chirurgicale

Une brève description des différentes techniques de castration chirurgicale est disponible dans le cours d'anatomie de l'appareil génital mâle sus cité. La technique détaillée est enseignée au deuxième semestre de deuxième année.

3. Expérience pratique

Dès le début de la troisième année d'école (A4), les élèves entament les rotations cliniques au sein du CHUV, quatre matinées par semaine. La rotation « Reproduction des petits animaux », comprenant une semaine dans l'année, leur permet de débiter l'apprentissage pratique des chirurgies de convenance félines. Les élèves prennent en charge les animaux avec l'aide d'étudiants de quatrième année (A5), de la pré-consultation au réveil. L'acte chirurgical en lui-même est réalisé en autonomie par les élèves de troisième année. Les élèves de A5 peuvent également s'entraîner à la castration pendant leurs deux semaines annuelles en rotation « Reproduction Petits Animaux », soit en encadrant les A4, soit en réalisant eux-mêmes l'acte chirurgical.

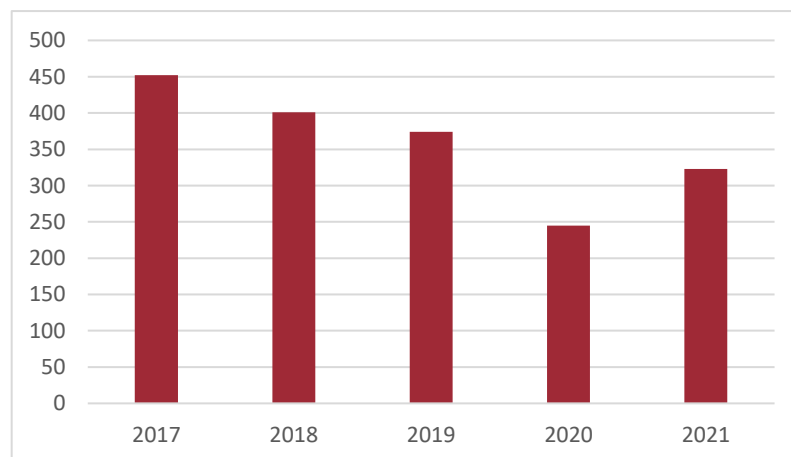


Figure 27 – Nombre de castrations de chats réalisées à VetAgro Sup durant les cinq dernières années

Le graphique ci-dessus montre qu'à raison de 140 à 160 élèves par promotion, chacun d'entre eux peut théoriquement réaliser au minimum deux castrations à l'école. Ce chiffre peut varier selon les semaines, en fonction du nombre de rendez-vous pour castration.

Le faible nombre de castrations pratiquées en 2020 est dû à la fermeture du CHUV de Mars à Juin en raison de la pandémie de COVID-19.

Les semaines de pratique sont complétées par le contenu en ligne disponible sur la plateforme VetAgroTice (vidéos de castration et d'ovariectomie félines, quizz, cas cliniques), ainsi que par l'entraînement en salle de simulation.

La castration est une procédure relativement simple, enseignée dès les premières années en école vétérinaire. La fréquence de cette chirurgie en clientèle courante conduit pourtant souvent les étudiants à la pratiquer avant d'obtenir l'enseignement pratique en école. Il est donc indispensable que les élèves puissent s'exercer à ce geste technique avant leurs premiers stages.

PARTIE III – CONCEPTION ET UTILISATION DU MODELE

Cette partie a pour objet le modèle en lui-même. Deux enquêtes ont été réalisées auprès des étudiants : une avant la mise en place du modèle, et une après l'utilisation par les élèves de VetAgro Sup. Ces sondages ont permis d'estimer l'intérêt et l'efficacité du modèle, mais aussi de construire le meilleur simulateur possible, en tenant compte des opinions et suggestions des étudiants.

I/ ETUDE DE L'INTERET PEDAGOGIQUE

L'objectif de cette première enquête, menée en amont de la mise en place du modèle était d'obtenir un état des lieux de la castration féline parmi les étudiants, indépendamment de l'utilisation d'un simulateur. Les questions concernaient leur expérience de la castration, leur ressenti, leur niveau de confiance et leur point de vue vis-à-vis d'un modèle de simulation. Le questionnaire est présenté en annexe A.

A. MATERIEL ET METHODES

Le questionnaire en ligne a été conçu grâce à l'outil Microsoft Forms® (Office 365 A1 Plus for students). Il a été transmis à tous les étudiants de VetAgroSup Lyon par mail ainsi qu'aux groupes de réseaux sociaux communs aux 4 écoles françaises. Les données ont été traitées avec les logiciels Microsoft Excel® (pour Microsoft 365, version 2018) et R Studio® (R Core Team 2020 - version 4.0.3 du 10/10/2020). L'enquête a recueilli 407 réponses.

B. RESULTATS

La distribution des répondants est présentée dans le tableau IV ci-dessous.

Tableau IV – Caractéristiques des répondants à l'enquête en ligne

Année d'études	A2	A3	A4	A5	A6
Ecole					
ENVA	2	3	9	5	5
ENVT	2	3	4	1	2
Oniris	0	4	6	1	5
VetAgro Sup	49	86	81	69	56
Erasmus	0	1	3	4	6
Total	53	97	103	80	74

La majorité des étudiants provient de VetAgro Sup. La nomenclature de l'année d'études correspond à celle en vigueur depuis la mise en place du recrutement sur Parcoursup. Ainsi, le terme « A1 » désigne les élèves en classe préparatoire intégrée, et « A2 » désigne les élèves en première année **d'école**.

1. Expérience de la castration

Les questions suivantes avaient pour but de préciser l'expérience pratique de la castration chez les étudiants. La castration de chat étant un acte très fréquent et relativement simple, les étudiants sont théoriquement tous autonomes pour ce geste technique en fin de dernière année. Les tableaux V et VI présentent les réponses à ces questions.

Tableau V – Réponses à la question « Avez-vous déjà réalisé une castration de chat » en fonction de l'année d'étude

Année d'études	A2	A3	A4	A5	A6	Total
Réponse						
Oui	14	61	89	80	74	318
Non	39	36	14	0	0	89

Tableau VI – Nombre de castrations réalisées en fonction de l'année d'études

Année d'études	A2	A3	A4	A5	A6
Nombre de castrations					
1	7	23	17	2	1
Entre 2 et 4	5	24	43	17	0
5 et plus	2	14	29	61	73

En fin de troisième année d'école (A4), tous les étudiants interrogés ont déjà réalisé une castration de chat. Le nombre de castrations réalisées augmente avec l'année d'études.

L'enseignement de la technique a lieu en A3 et le début de l'enseignement pratique se fait en A4. Le nombre non négligeable d'élèves en A2 et A3 ayant déjà réalisé une castration suggère que l'apprentissage pratique de ce geste se déroule souvent hors de l'école, comme le montre le tableau VII.

Tableau VII – Période durant laquelle a été réalisée la première castration et cadre dans lequel celle-ci a été réalisée

Cadre de la première castration	A l'école	En stage	Total
Première castration			
Avant l'entrée en A2	1	18	19
Entre l'entrée en A2 et l'entrée en A3	0	140	140
Entre l'entrée en A3 et l'entrée en A4	4	97	101
Entre l'entrée en A4 et l'entrée en A5	29	23	52
Entre l'entrée en A5 et l'entrée en A6	4	1	5
Après l'entrée en A6	0	1	1
Total	38	280	318

2. Connaissances théoriques

Les questions suivantes avaient pour but d'évaluer les connaissances de l'anatomie et de la procédure chez les étudiants. Elles portaient sur la castration à testicules découverts, cette dernière étant la technique enseignée à l'école et la plus couramment utilisée en France. Les figures 28 et 29 présentent les résultats des deux premières questions de ce bloc.

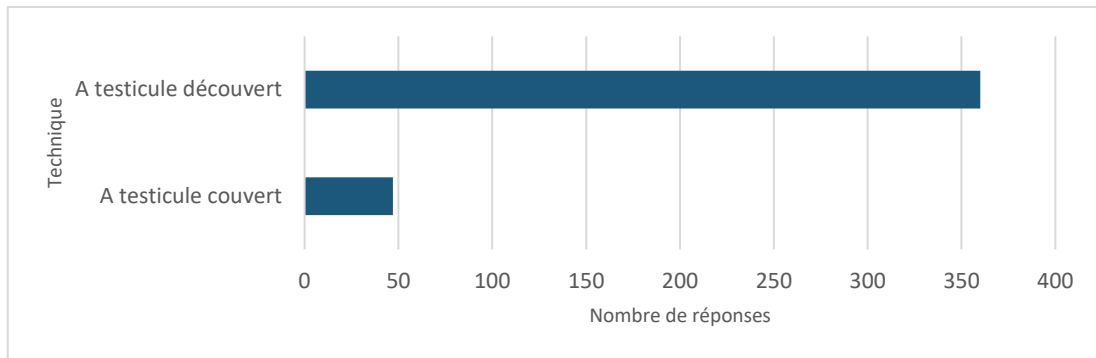


Figure 28 – Réponses à la question « Quelle est la technique privilégiée pour la castration du chat ? »

La question suivante portant sur les enveloppes testiculaires avait pour principal objectif d'estimer la précision des connaissances anatomiques.

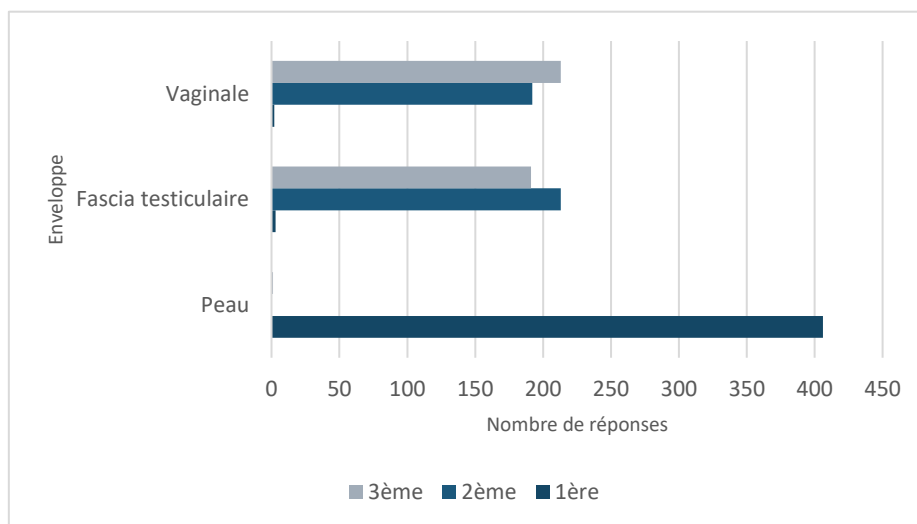


Figure 29 – Rang des différentes enveloppes testiculaires dans l'ordre d'incision

La réponse attendue à la question « Que contient le cordon testiculaire ? Donner le nom des deux structures à nouer ensemble. » était « Canal déférent et plexus vasculaire » ou termes équivalents. Les réponses ont été rassemblées en quatre catégories : les deux structures nommées étaient justes, une des deux était juste, aucune n'était correcte, soit l'élève avait indiqué ne pas connaître la réponse. Les résultats sont présentés ci-dessous en figure 30.

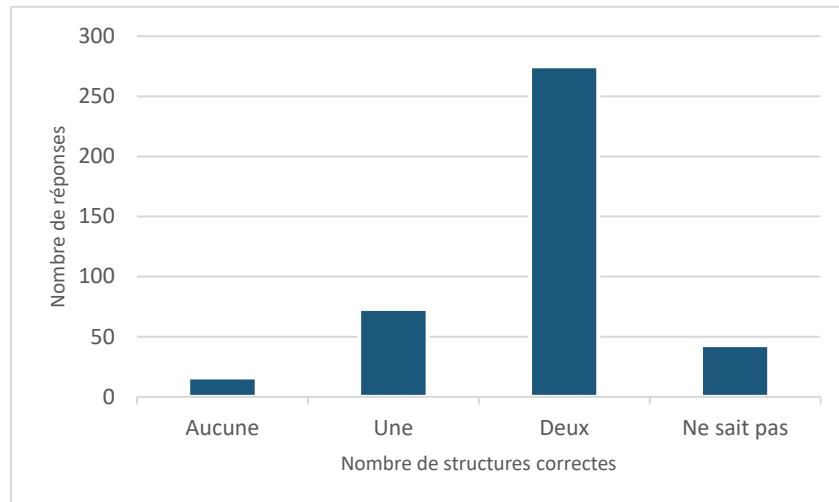


Figure 30 – Réponses à la question « Que contient le cordon testiculaire ? Donner le nom des deux structures à nouer ensemble. »

L'exactitude des réponses varie selon l'année d'études. Les résultats de la figure 31 ont été obtenus en regroupant les propositions incorrectes (une seule ou aucune des structures attendues).

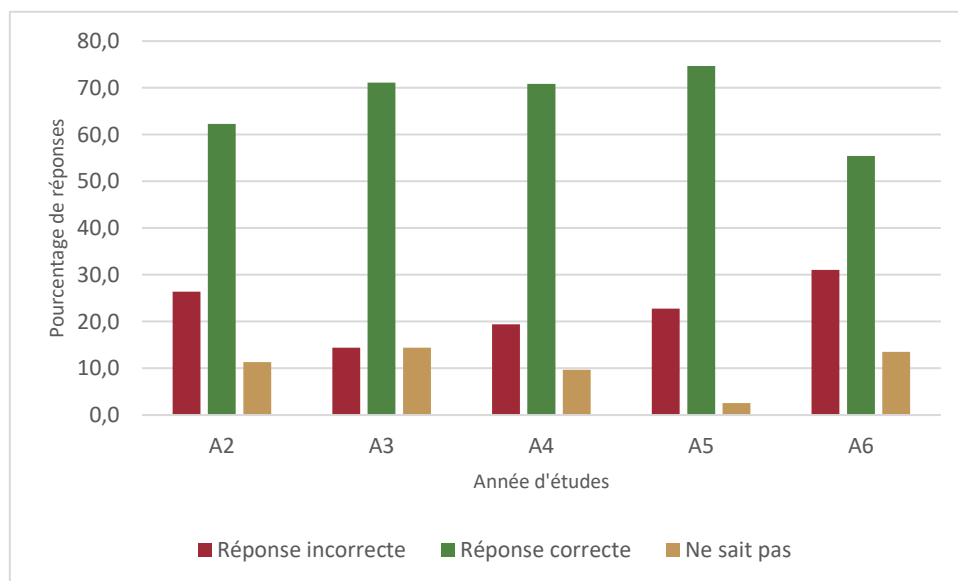


Figure 31 – Exactitude des réponses à la question « Que contient le cordon testiculaire ? Donner le nom des deux structures à nouer ensemble. » selon l'année d'études

Les élèves connaissent relativement bien le nombre de nœuds nécessaires entre le plexus vasculaire et le canal déférent pour une bonne hémostase. Seuls 10,8 % des répondants, majoritairement en première année, estiment qu'entre un et trois nœuds suffisent, alors qu'il faut en réaliser quatre ou plus.

3. Ressenti et niveau de confiance

Cette partie du questionnaire avait pour objectif d'établir le ressenti des étudiants vis à vis de la castration du chat et leur niveau de confiance concernant les différentes étapes.

Sur les 407 répondants, 100 ont indiqué que l'aspect de la castration qui les inquiète le plus réside dans les gestes techniques. La majorité d'entre eux – 286 – sont plus préoccupés par **l'anesthésie**. Un élève se dit préoccupé à parts égales par l'anesthésie et les gestes techniques. Le reste des élèves mentionne la gestion de la douleur (2), le risque d'hémorragie (9), le risque d'infection (2), la contention (1). Enfin, deux d'entre eux indiquent ne pas savoir quel aspect de la castration les inquiète le plus, tandis que quatre répondants estiment que la procédure n'est source d'aucune inquiétude.

Le graphique en figure 32 a été obtenu en rassemblant les réponses majoritaires (anesthésie et gestes techniques).

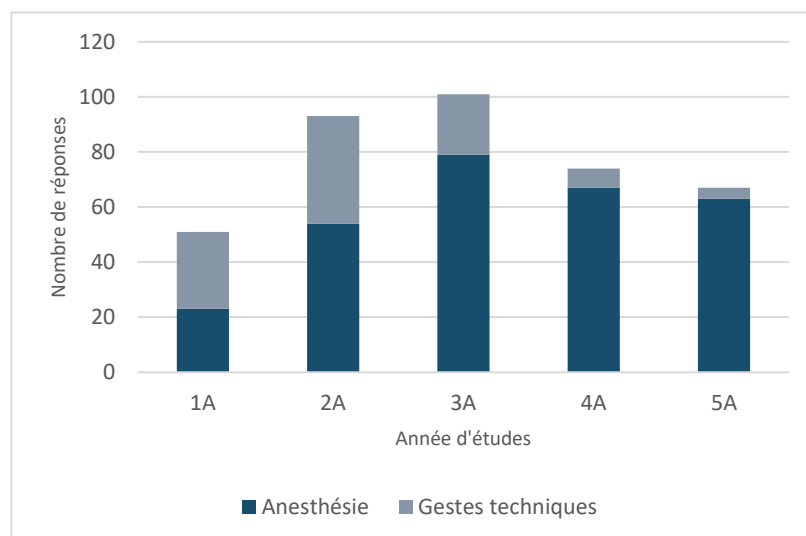


Figure 32 – Répartition des deux motifs principaux d'inquiétude selon l'année d'études

La dernière question de ce bloc visait à estimer le niveau de confiance des étudiants concernant les étapes de la castration. Il était auto-évalué subjectivement selon quatre modalités. Les résultats sont présentés dans la figure 33.

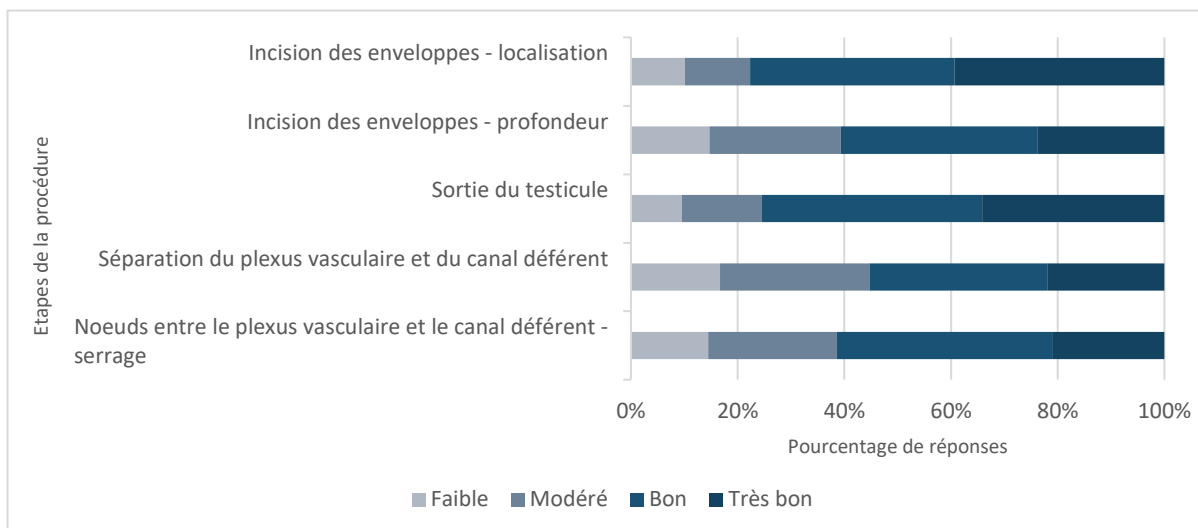


Figure 33 – Niveau de confiance concernant les différentes étapes de la castration

Les étudiants présentent un niveau de confiance généralement bon voire très bon. L'étape qui semble rencontrer le plus d'incertitudes est celle de la séparation du plexus vasculaire et du canal déférent.

4. Intérêt d'un modèle de simulation

La fin du questionnaire avait pour objectif de recueillir l'avis des étudiants sur la mise en place d'un modèle de simulation.

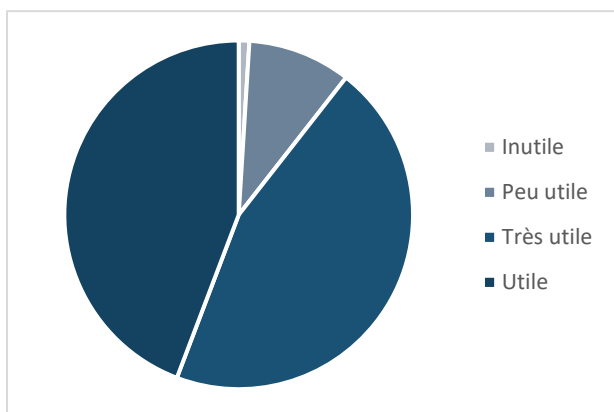


Figure 34 – Réponses à la question « Estimez-vous qu'un modèle de simulation de castration de chat accessible dès la première année est utile ? »

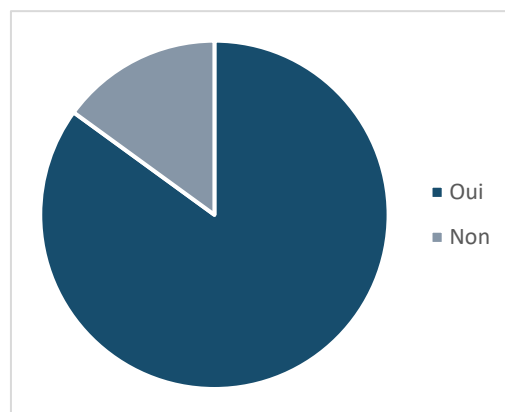


Figure 35 - Réponses à la question : « Si vous avez déjà réalisé une castration de chat, auriez-vous aimé pouvoir vous exercer sur un modèle au préalable ? »

Quatre-vingt-neuf virgule quatre pour cent des étudiants pensait qu'un modèle de simulation de castration féline était utile ou très utile. Parmi les étudiants ayant déjà réalisé une castration, la majorité d'entre eux (85%) aurait souhaité avoir la possibilité de s'entraîner sur un simulateur.

C. DISCUSSION

Ce questionnaire destiné à tous les étudiants quel que soit leur niveau a permis d'obtenir un état des lieux de la pratique de la castration féline chez les élèves.

La majorité des répondants étudie à **VetAgro Sup**. Les enseignements étant semblables dans les autres écoles françaises, il est raisonnablement possible d'extrapoler les résultats pour l'ensemble des étudiants vétérinaires en France.

Quatre-vingt-huit pour cent des élèves interrogés ont réalisé leur première castration **en stage**. Quatre-vingt-onze pour cent d'entre eux ont effectué cette procédure avant de recevoir l'enseignement pratique dispensé à l'école. La moitié des élèves ayant castré un chat pour la première fois en stage l'ont fait avant même d'avoir reçu les cours sur la technique chirurgicale. Il apparaît clairement que l'apprentissage de la castration du chat ne répond pas au principe « Jamais la première fois sur un animal vivant ». L'enseignement dispensé à l'école ne joue donc qu'un rôle minoritaire dans l'acquisition de ce geste technique. Ce sont en majorité les vétérinaires praticiens qui apprennent la castration féline aux étudiants.

A partir de la quatrième année d'école (A5), tous les étudiants ont réalisé au moins une castration, et trois quarts d'entre eux en ont réalisé plus de cinq. Plus les étudiants avancent dans le cursus, plus ils ont réalisé un grand nombre de castrations. En fin de dernière année, les étudiants sont donc largement **autonomes** pour cette procédure. Ces données corroborent celles obtenues parmi les étudiants néo-zélandais de l'université de Massey : en fin de dernière année, 70% d'entre eux ont déjà réalisé plus de deux castrations félines en autonomie (12). L'apprentissage de ce geste technique, majoritairement en stage pour les étudiants français, se révèle donc efficace.

La technique la plus couramment utilisée en France et enseignée à l'école est la castration à testicules découverts. Treize pour cent des étudiants ont répondu que la technique privilégiée était celle à testicules couverts. Cette réponse se retrouve chez les étudiants ayant réalisé leur première castration aussi bien en stage qu'à l'école. Cela provient donc plus vraisemblablement d'un manque de connaissance des termes que de pratiques apprises durant les stages.

Concernant les **connaissances théoriques**, la grande majorité des élèves a mentionné le pôle vasculaire parmi les deux structures à nouer ensemble lors de la castration. Les termes étaient néanmoins imprécis, certains nommant simplement « veine » ou « artère » pour désigner le plexus vasculaire. La principale erreur retrouvée parmi les élèves ayant proposé un élément correct sur les deux attendus concernait la partie non vasculaire. La plupart des élèves mentionnaient l'épididyme au lieu du canal déférent.

Cela peut être dû à une mauvaise utilisation des termes – le canal déférent étant un prolongement de l'épididyme – ou à une réelle méconnaissance de l'anatomie génitale féline.

La figure 31 montre que la proportion de réponses correctes est la plus faible chez les élèves de dernière année, qui ont pourtant réalisé le plus grand nombre de castrations. Plusieurs d'entre eux ont répondu « j'ai oublié » à cette question. Les structures à inciser semblaient également poser problème aux étudiants. Si la totalité d'entre eux a répondu que la peau était la première enveloppe à inciser, la position du fascia testiculaire et de la tunique vaginale semblaient peu connus. Cela est cohérent avec le fait que l'enseignement de l'anatomie a lieu très tôt, en première année, mais aussi avec le fait que la castration est un geste simple dont la réalisation ne nécessite pas forcément la mobilisation de connaissances anatomiques précises.

L'avant dernière partie du questionnaire portait sur le **ressenti** et le niveau de confiance des étudiants. L'aspect de la procédure qui les inquiète le plus est l'anesthésie, à l'exception des A2, davantage préoccupés par les gestes techniques. Cela n'est pas surprenant puisqu'ils n'ont pas encore appris la procédure. Plus les années passent, moins les gestes techniques préoccupent et plus l'anesthésie inquiète. Cela est en partie dû au design du questionnaire, la réponse étant orientée entre deux choix (« L'anesthésie » ou « Les gestes techniques », avec un champ de texte libre « Autre »). Ces changements reflètent également le gain d'expérience des étudiants. Plus ils pratiquent de castrations, plus ils sont sûrs de leurs gestes. A l'inverse, plus ils pratiquent des procédures sous anesthésie, plus ils sont témoins d'incidents, et plus leur confiance baisse, d'autant plus que la réponse d'un animal à l'anesthésie peut être imprévisible.

La figure 33 montre que les élèves ont en majorité un **niveau de confiance** bon à très bon, quelle que soit l'étape de la procédure. La confiance augmente assez logiquement avec l'année d'études pour toutes les étapes ($p \ll 0,001$ obtenue avec le test du chi-deux d'indépendance).

Enfin, les deux dernières questions visaient à obtenir **l'avis** des étudiants sur un modèle de simulation de castration de chat accessible à tous. La mise à disposition d'un tel simulateur recueille une grande majorité d'avis favorables, et montre que cet atelier a toute sa place au sein de la salle VetSkill.

Cette enquête présente quelques **biais**. Le premier est un biais de sélection. Le questionnaire a été transmis à tous les étudiants de VetAgro Sup et aux groupes d'étudiants des autres écoles, mais la réponse au questionnaire n'était pas obligatoire. Seuls les élèves volontaires ont donc répondu à l'enquête. Ce sondage présente également un biais de subjectivité, avec des questions orientées, notamment celle concernant l'aspect de la castration qui inquiète le plus les étudiants. Certains motifs d'inquiétudes ont pu être éclipsés par les deux réponses proposées. Les niveaux de confiance étaient par ailleurs évalués qualitativement et non grâce à un score. L'interprétation des différents niveaux dépend donc du ressenti de chaque élève vis-à-vis de ses propres compétences.

Le questionnaire préliminaire met donc en lumière l'intérêt pédagogique du modèle. Les étudiants ont pour la plupart réalisé leur première castration de chat en stage, parfois sans avoir reçu les cours sur la technique chirurgicale et sans disposer de connaissances anatomiques précises. Si la procédure est simple et ne pose pas de difficulté majeure dans sa réalisation, il semble tout de même pertinent de proposer un simulateur permettant d'apprendre la procédure, dès la première année, dans un environnement encadré, contrôlé, et sans le stress de l'anesthésie.

II/ CONCEPTION DU MODELE

L'objectif était de fournir un modèle raisonnablement **réaliste**, dont les pièces sont remplaçables **facilement, rapidement** et à **faible coût** afin de permettre à un maximum d'étudiants de l'utiliser (27). La volonté principale était de proposer un modèle d'exercice accessible dès la première année, afin que les étudiants puissent prendre connaissance de la procédure, des gestes techniques, et de les avoir réalisés au moins une fois avant leur première castration sur animal vivant. Le modèle a été conçu avec l'aide de M. Roland Roume, encadrant de la salle de simulation VetSkill.



Figure 36 – Atelier de simulation de castration de chat dans la salle VetSkill : modèles et fiche explicative

A. MODELE

1. Testicules et cordon spermatique

Les deux testicules, leur plexus vasculaire et canal déférent forment une seule et même pièce. Cette pièce est composée de silicone Ecoflex[®] (106), mélangé à des colorants SilcPig[®] (107). Le moule est composé de deux pièces. Il a été créé par R. Roume, grâce au logiciel Tinkercad[®], en se basant sur des dimensions estimées. Il est imprimé en en acide polylactique (PLA) grâce à une imprimante 3D (Formlabs[®]). Le silicone utilisé est très souple, fournissant une bonne élasticité se rapprochant de celle des structures réelles.

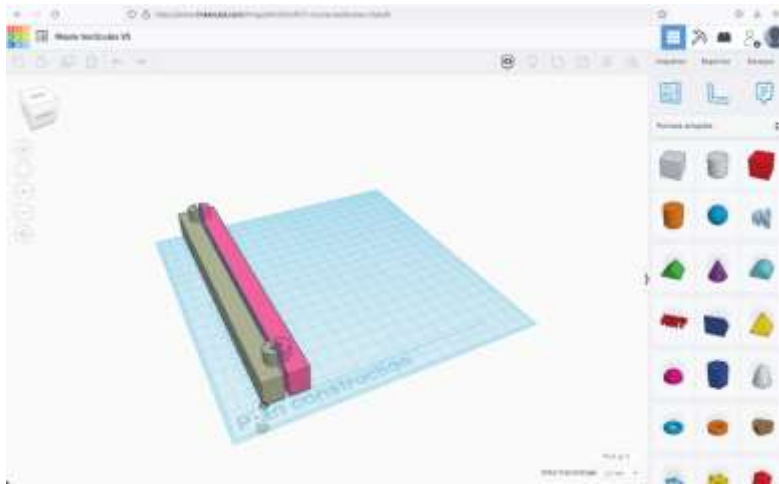


Figure 37 – Capture d'écran montrant la maquette des moules imprimés en 3D



Figure 38 – Aperçu des moules et de la pièce en silicone représentant les testicules et leur cordon spermatique

Le moulage a lieu en plusieurs étapes. Les deux parties du moule sont tout d'abord mises **sous pression** entre deux serre-joints afin d'éviter les fuites. Les deux composants du silicone sont ensuite **mélangés** en proportions égales, et le colorant est ajouté. Ce mélange est alors **débullé** avec une cloche et une pompe à vide afin d'éviter les défauts lors de la coulée. Le silicone est ensuite **injecté** avec une seringue par l'un des deux événements jusqu'au remplissage du moule. Une petite quantité de silicone est ensuite injectée dans l'autre événement afin de chasser les dernières bulles. Ces opérations prennent une dizaine de minutes au total.

Les pièces **sèchent** enfin pendant quatre heures, jusqu'au démoulage. Les pièces sont fabriquées en séries de neuf et conservées un à deux mois maximum à température ambiante.



Figure 39 – Etapes de fabrication du silicone, de débullage et de remplissage des moules

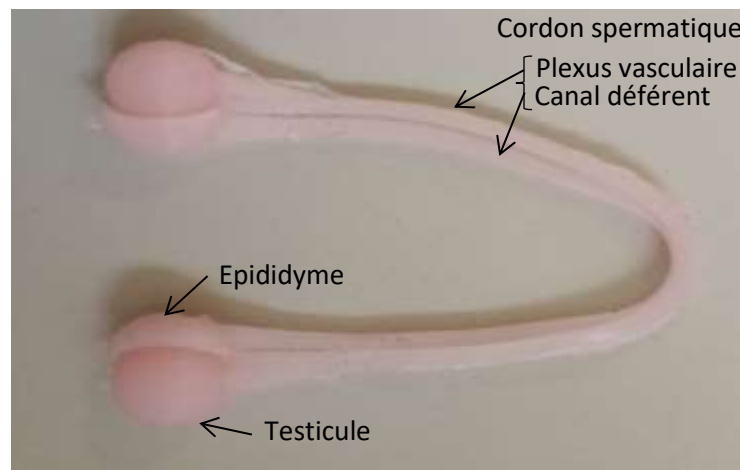


Figure 40 – Pièce finale

2. Enveloppes

Les deux enveloppes principales ont été reproduites. Il s'agit du **scrotum** et de la **tunique vaginale**. Le scrotum est représenté par une pièce de tissu en Lycra[®]. Il s'agit de tissu de récupération du modèle d'ovariectomie de la chatte présent en salle de simulation (28). La tunique vaginale est quant à elle reproduite par un doigt de gant médical pour chaque testicule. Des essais ont été effectués avec des gants en nitrile, mais ces derniers sont trop rigides, trop épais, et n'épousent pas correctement la forme des testicules. Le choix s'est donc porté sur des gants en latex.

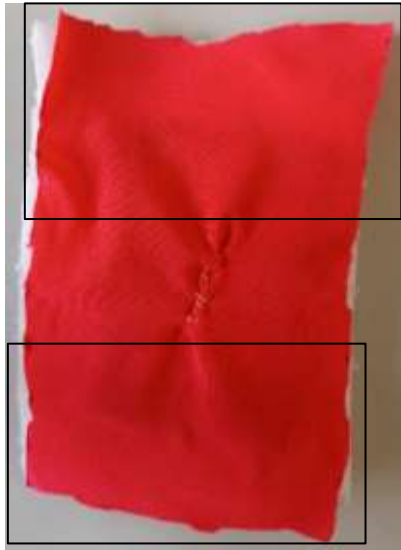


Figure 41 – Paroi abdominale récupérée sur un modèle



Figure 42 – Testicules et tuniques vaginales

3. Moyens de fixité

Les testicules sont insérés dans les deux doigts de gants, puis recouverts par la pièce de tissu. L'ensemble est rassemblé à sa base par un élastique. Le tout est ensuite positionné dans un support en mousse. Le support est muni de ventouses pour que le modèle ne se déplace pas pendant l'utilisation.



Figure 43 – Testicules et enveloppes, avant et après assemblage

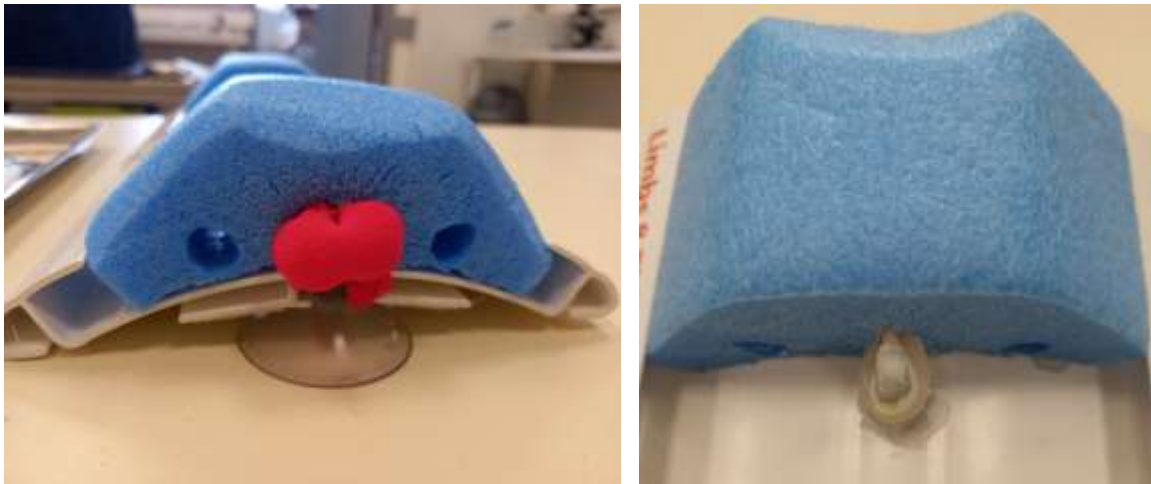


Figure 44 – Modèle final, vue avant et vue arrière

4. Coût

Chaque moule coûte moins de cinq euros, et peut être utilisé de très nombreuses fois. En deux ans, seul un moule a été endommagé. Chaque ensemble testicule-cordon spermatique coûte 40 centimes de silicone. Le tissu de la peau étant récupéré d'un autre modèle, il n'entre pas directement en compte dans le prix du modèle. Pour une promotion de 160 élèves, à raison d'une utilisation par élève, le coût de la simulation de castration du chat s'élève à une centaine d'euros.

5. Evolutions du modèle

A l'origine, le modèle était constitué d'une peluche, dans laquelle étaient placés les testicules et leurs enveloppes en position physiologique. Cette configuration n'a pas été conservée pour des raisons logistiques, et a été remplacée par un simple support en mousse.

Lors des premiers essais, nous avons mis en évidence un problème de solidité de la structure. En effet, lors de la séparation du plexus et du canal, le testicule se détachait quasiment systématiquement, toujours au même endroit. Nous avons alors modifié le moule en créant de petits orifices permettant de guider la séparation. Cette modification a permis de réduire drastiquement les risques de rupture.

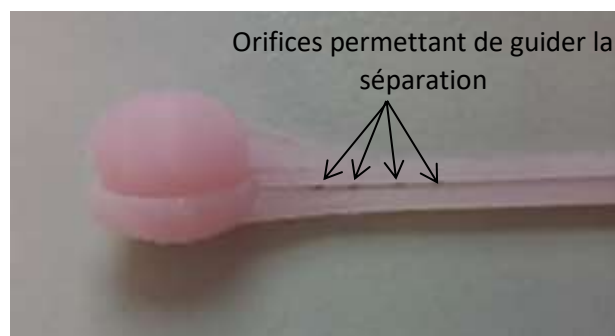


Figure 45 – Amélioration de la pièce testicules-cordon spermatique

Les premiers retours des étudiants ont mis en évidence une trop forte adhésion entre le gant et les testicules. Après plusieurs tests, nous avons remarqué que ce problème était uniquement présent sur les modèles fabriqués plus de deux mois avant leur utilisation. Il a donc été décidé que les modèles devaient être conservés un à deux mois maximum pour éviter leur détérioration.

B. RESSOURCES D'ACCOMPAGNEMENT

1. Fiche d'atelier

La fiche d'accompagnement est disposée à côté du modèle, consultable tout au long de l'entraînement. Elle est présentée en annexe B. Toutes les étapes sont détaillées et illustrées par des photographies. L'attention est attirée sur certains points de pratique non reproduits par le simulateur, comme la préparation de l'animal et des instruments. Cette fiche a été validée par les enseignants de chirurgie et de reproduction.

2. Support vidéo

Le modèle ne disposait pas initialement d'une vidéo d'accompagnement. Avant la fin de l'année 2022, des QR codes renvoyant directement à un support vidéo seront présents sur chaque fiche d'atelier.

Deux vidéos ont donc été préparées. L'une montre la réalisation de la castration sur le modèle, tandis que l'autre illustre la procédure en conditions réelles sur chat vivant. Les vidéos ont été montées et éditées grâce au logiciel Microsoft Movie Maker[®].

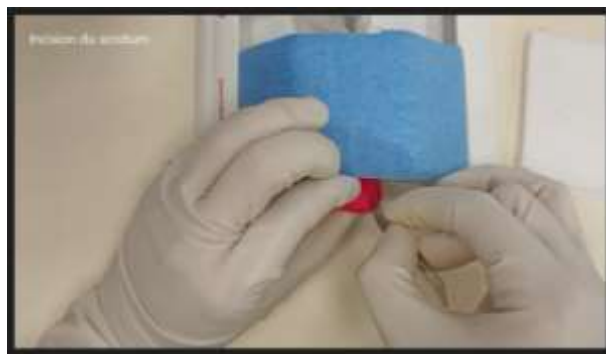


Figure 46 - Capture d'écran de la vidéo d'utilisation du modèle

Le modèle élaboré est donc un modèle relativement simple, rapide à fabriquer et dont les pièces sont remplaçables à faible coût après utilisation. Il est donc possible de le mettre à disposition de tous les élèves, qui peuvent s'exercer autant de fois que nécessaire. Durant une année scolaire, environ 250 élèves utilisent le modèle.

III/ RETOUR DES ETUDIANTS SUR LE MODELE

Après entraînement sur le modèle, les étudiants étaient invités à répondre à un questionnaire, présenté en annexe C. Celui-ci avait pour objectif d'évaluer à la fois le réalisme du modèle pour proposer d'éventuelles améliorations et l'impact de la simulation sur le niveau de confiance des étudiants.

A. MATERIEL ET METHODES

Le questionnaire était disponible en version papier en salle de simulation. Une version en ligne était également proposée. Le questionnaire en ligne a été conçu grâce à l'outil Microsoft Forms® (Office 365 A1 Plus for students). Les données ont été traitées avec les logiciels Microsoft Excel® (pour Microsoft 365, version 2018) et R Studio® (R Core Team 2020 - version 4.0.3 du 10/10/2020). L'enquête a recueilli 156 réponses, dont 44 sur papier. Ces réponses ont été transcrites sur la version en ligne afin de permettre leur analyse.

B. RESULTATS

La distribution des réponses est la suivante.

Tableau VIII – Année d'études des répondants

Année d'études	A2	A3	A4	A5	A6
Nombre de réponses	6	109	32	9	0

La majorité des étudiants ayant utilisé le modèle et répondu au questionnaire étaient en deuxième d'école (A3). Aucun élève de dernière année n'a répondu au questionnaire.

1. Utilisation du simulateur

Sur les 156 répondants, seuls 17 ont utilisé le simulateur pour préparer la rotation clinique de reproduction. Le reste des étudiants ne s'est pas exercé sur le modèle à un moment particulier du cursus.

Tableau IX – Réponses à la question « Avez-vous déjà réalisé une castration de chat avant ou après l'utilisation du modèle ? » selon l'année d'études.

Année d'études	A2	A3	A4	A5
Réponse				
Avant	1	56	24	8
Après	0	21	6	1
Jamais	5	32	2	0

La majorité des étudiants (57%) avait déjà réalisé une castration avant d'utiliser le modèle et 17,9% après l'avoir utilisé, ce qui leur a permis d'évaluer son réalisme.

2. Réalisme du modèle

Seuls les étudiants ayant réalisé une castration (avant ou après utilisation du modèle) étaient invités à répondre aux questions suivantes. Ils étaient au nombre de 117.

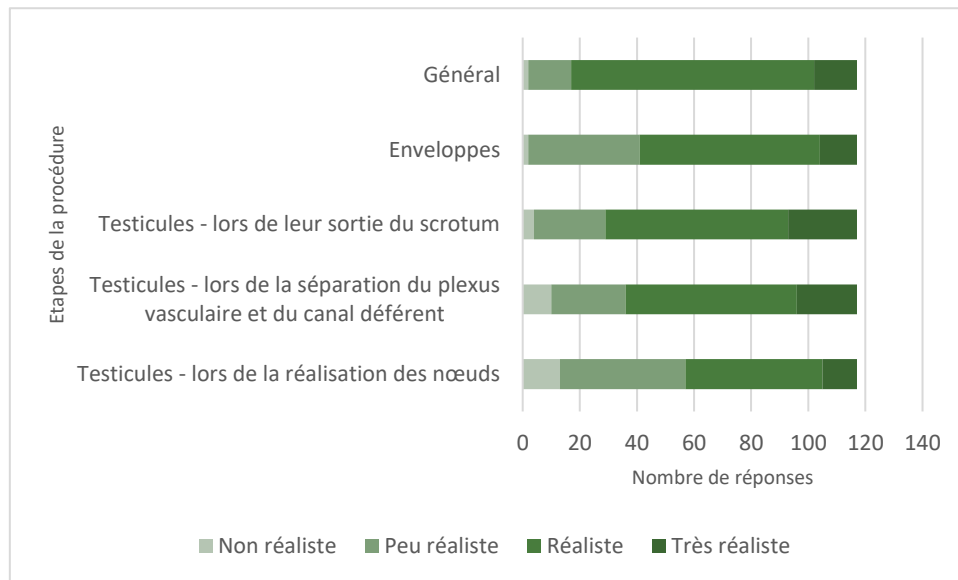


Figure 47 – Estimation du réalisme des pièces du simulateur et de la réalisation des différentes étapes

Pour 85,5% des étudiants, le réalisme général du modèle est bon à très bon. Les différentes pièces et étapes sont globalement jugées réalistes, exception faite de l'étape des nœuds entre le plexus vasculaire et le canal déférent. Les étudiants estiment à 48,7% que cet aspect du simulateur est peu ou pas réaliste.

3. Niveau de confiance

Cette question s'adressait à tous les étudiants ayant répondu au questionnaire et avait pour but d'estimer l'évolution de leur niveau de confiance concernant les différentes étapes de la procédure après passage sur le simulateur.

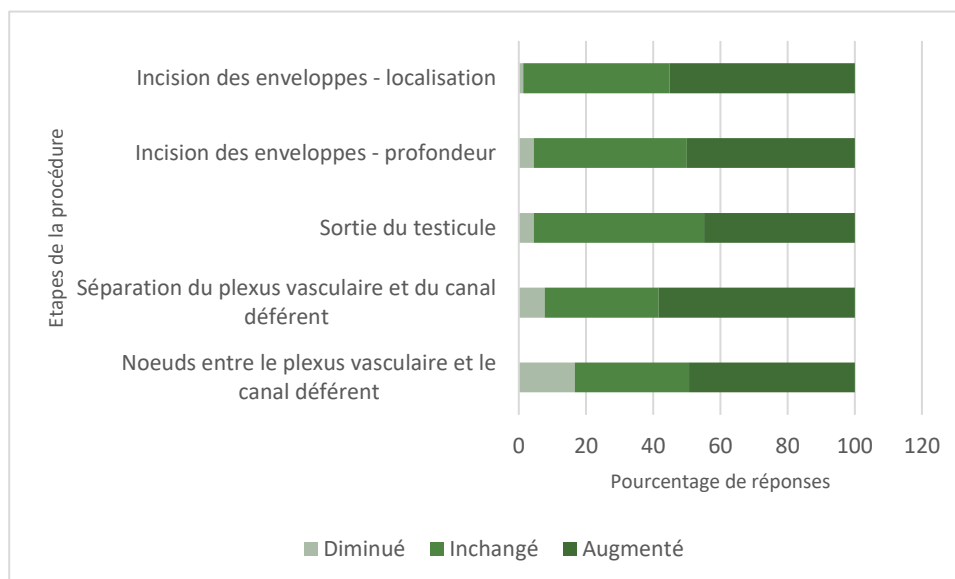


Figure 48 – Evolution du niveau de confiance pour les différentes étapes après passage sur le simulateur

Le niveau de confiance est majoritairement inchangé pour la sortie des testicules de la tunique vaginale. Il est augmenté pour la moitié ou plus des répondants pour les étapes d'incision (localisation et profondeur), de séparation des éléments du cordon testiculaire et pour la réalisation des nœuds entre le plexus vasculaire et le cordon testiculaire. Très peu d'étudiants voient leur confiance diminuer.

4. Utilité du modèle

Les étudiants ont pu donner leur avis sur l'utilité du modèle. Quarante pour cent des répondants ont jugé le simulateur utile ou très utile pour leur formation. Les étudiants restants l'ont jugé peu utile. Aucun n'a répondu que le modèle était totalement inutile.

5. Commentaires et suggestions

La dernière question permettait aux étudiants de fournir une réponse libre. Soixante-dix des 156 répondants ont utilisé ce champ pour donner leur avis et proposer des améliorations. Les réponses ont été regroupées sous les thèmes les plus rencontrés. Le manque de solidité a été évoqué dans 44 réponses. L'adhésion trop forte de la tunique vaginale au testicule a été mentionnée à 12 reprises. Des remarques sur le réalisme, notamment de la peau, ont été faites par 8 élèves. Enfin, 16 étudiants ont utilisé ce champ pour exprimer un avis général positif sur le modèle.

C. DISCUSSION

Ce questionnaire avait pour objectif d'évaluer le **ressenti** des étudiants vis-à-vis de l'utilisation du simulateur et de lui apporter des modifications en s'appuyant sur les retours des élèves.

Au total, 156 étudiants ont répondu au questionnaire. La distribution des répondants peut s'expliquer par plusieurs facteurs. L'atelier, bien qu'en libre accès, est proposé comme un atelier de niveau deuxième année (A3). Les TD et l'évaluation de simulation ont lieu en deuxième année. Très peu d'élèves de A2 ont donc utilisé le modèle, et la majorité des répondants étudie en deuxième année. Une diminution du nombre de répondants est ensuite observée au fil des années d'étude, atteignant 0 répondant de cinquième année (A6). Comme constaté dans l'enquête préliminaire, tous les étudiants ont généralement déjà réalisé une castration de chat en fin de troisième année. Il n'est donc pas surprenant qu'ils aient été peu nombreux à prendre le temps d'utiliser le simulateur, alors qu'ils maîtrisent déjà la procédure. Les rotations cliniques commençant en début de troisième année, les étudiants disposent par ailleurs de moins en moins de temps pour se rendre en salle de simulation.

Les données du tableau IX sont cohérentes avec celles de l'étude préliminaire. Le nombre d'élèves n'ayant jamais réalisé de castration diminue avec l'année d'études, et à partir de la quatrième année, aucun élève entre dans cette catégorie. Une grande proportion d'élèves (70%) de deuxième année a réalisé une castration, avant ou après passage sur simulateur. L'étude préliminaire portait ce pourcentage à 63%. La différence pourrait s'expliquer par le fait que les étudiants les plus enclins à utiliser le modèle sont ceux qui ont déjà réalisé une castration. Cette interprétation peut sembler paradoxale, mais il peut apparaître plus rassurant de s'engager sur un atelier dont on connaît déjà les gestes et étapes.

Cent dix-sept étudiants ont pu évaluer le **réalisme** du modèle grâce à la question dédiée à cet aspect. De nombreux élèves ont également utilisé le champ de réponse libre pour donner leur avis sur la fidélité du simulateur. Les réponses à la question dédiée font état d'un bon voire très bon niveau général de réalisme (85,5%). Le détail des étapes permet d'affiner son évaluation.

Trente-cinq pour cent des étudiants estiment que les enveloppes ne sont pas ou peu réalistes, et 24,8% des répondants jugent que l'étape de sortie du testicule n'est pas ou peu réaliste. Les réponses libres fournissent plusieurs explications : « le tissu de la peau est difficile à inciser », « la vaginale est difficile à séparer du testicule », « le testicule ne glisse pas », « pas assez lubrifié ». Si le tissu de la peau ne peut être modifié pour des raisons logistiques, l'adhésion de la vaginale au testicule a été imputée à une trop longue conservation des modèles. En effet, les modèles fraîchement fabriqués ne présentaient pas ce problème, tandis que la vaginale de ceux conservés pendant plusieurs semaines était très difficilement séparable du testicule. Nous avons remédié à cela, même si, toujours pour des raisons logistiques, certains modèles peuvent être fabriqués plusieurs semaines en amont de leur utilisation.

Les deux dernières étapes, séparation du plexus vasculaire et du canal déférent et nœuds entre ces deux structures constituent le principal point faible du modèle. Les étudiants estiment à 30,8% que l'étape de séparation n'est pas ou peu réaliste. Ce pourcentage s'élève à 48,7% concernant l'étape des nœuds. Si la modification effectuée suite aux premiers essais a en effet permis de limiter le risque de casse lors de cette étape, le plexus et le canal ne semblent toujours pas suffisamment solides. Quarante-quatre étudiants mentionnent ce manque de solidité dans les réponses libres. « Le testicule se casse rapidement » est la réponse qui revient le plus souvent. Cela est probablement dû à la solidité du silicone en lui-même, mais aussi et surtout, comme le constate l'encadrant de la salle de simulation, d'une tension trop forte appliquée par les élèves. Plusieurs étudiants estiment que ce manque de solidité, bien que dommageable, les oblige à être plus délicats et précautionneux dans leurs gestes.

Enfin, deux étudiants mentionnent l'absence des structures vasculaires qui saigneraient lorsqu'on les incise. Ce point ne nous semble pas primordial, car les saignements sont en général faibles lors d'une castration de chat et n'augmentent pas la difficulté de la procédure.

Si le modèle est globalement jugé réaliste, le principal point à améliorer réside dans la solidité du silicone. Des tests d'autres matériaux pourront être conduits afin de proposer un modèle plus résistant.

La question sur les **niveaux de confiance** a permis d'évaluer l'impact du modèle sur les étudiants. Ces derniers devaient estimer si leur niveau de confiance avait augmenté, diminué, ou était demeuré le même suite à l'utilisation du simulateur, et ce pour chaque étape de la procédure. Les trois premières étapes comptent une majorité de réponses « Inchangé » ou « Augmenté ». La différence entre ces deux proportions n'est pas statistiquement significative ($p = 0,62$ pour l'étape 1, $p = 0,17$ pour l'étape 2, et $p = 0,5$ pour l'étape 3). Cela est cohérent avec le fait que l'étude préliminaire a montré un assez haut niveau pour ces étapes. Elles ne sont pas significativement impactées par l'utilisation du simulateur.

Les étudiants voient en majorité leur niveau de confiance augmenter après passage sur le modèle pour la séparation du plexus vasculaire et du canal déférent (58,3%). Pour 34% d'entre eux, le simulateur n'a aucun effet. La différence entre ces deux résultats est statistiquement significative ($p = 0,002$). Cette interprétation rejoint l'étude préliminaire, qui montrait que cette étape bénéficiait du niveau de confiance le moins bon. L'utilisation du modèle a donc un impact positif significatif concernant la séparation des deux structures du cordon spermatique.

Il en va de même pour la dernière étape, celle des nœuds entre le plexus vasculaire et le canal déférent. Quarante-neuf virgule quatre pourcent des étudiants ont plus confiance en eux après passage sur simulateur. Trente-quatre pourcent ne constatent pas de changement dans leur niveau de confiance. Là encore, la différence entre ces deux proportions est statistiquement significative ($p = 0,04$), montrant le bénéfice de l'utilisation du simulateur sur le niveau de confiance des étudiants. Cette dernière étape rassemble par ailleurs un nombre plus important de diminutions de la confiance (16,7%). Cela peut être imputé à la solidité du modèle.

En effet, c'est lors de la réalisation des nœuds que les structures se cassent le plus souvent. Un élève mentionne dans le texte libre qu'il a « peur que ça lâche de la même manière quand on castré un vrai chat ».

Le modèle permet donc une augmentation significative de la confiance en eux des étudiants pour la séparation du plexus vasculaire et du canal déférent ainsi que pour nouer ces deux structures. Il s'agit des deux points les plus délicats de la procédure, et un effet positif du modèle sur ces gestes souligne l'intérêt de ce simulateur.

Les élèves étaient invités pour terminer à juger de **l'utilité** du modèle pour leur formation. Plus de 90% des répondants ont estimé qu'il était utile ou très utile. Les 10% restants, ayant répondu « peu utile », expliquent dans le texte libre que le modèle est trop fragile (4 réponses) ou qu'il n'est pas utile si l'on a déjà réalisé une castration (deux réponses). Cette idée est reprise dans plusieurs autres réponses : « Utile mais seulement en première approche », « pour débiter ». Une dizaine d'étudiants a enfin émis des remarques positives sur le modèle. Ils mentionnent l'aide apportée par le modèle pour mieux appréhender la technique, se familiariser avec les étapes, et la satisfaction générale quant au simulateur. L'une de ces réponses correspond parfaitement à l'objectif recherché par le modèle : « Ce modèle est très utile pour mémoriser et visualiser les différentes étapes, mais la consistance et la résistance des tissus n'est pas la même en réalité. Il n'est donc pas très utile pour se perfectionner sur le geste, il sert plus à débiter. ».

Plusieurs **biais** sont présents dans cette enquête. Le premier est un biais de sélection. Le questionnaire était destiné aux élèves ayant utilisé le simulateur. L'entraînement sur le modèle était obligatoire pour élèves de A3, mais l'utilisation du simulateur se faisait sur la base du volontariat pour les étudiants des autres promotions. Parmi eux seuls les plus impliqués dans leur formation et intéressés par la simulation ont participé à l'enquête. Comme pour l'enquête préliminaire, le remplissage du questionnaire n'était pas obligatoire. L'enquête cible donc plutôt les étudiants volontaires et motivés. Ce sondage présente également un biais de mémorisation. Si ceux qui ont rempli le questionnaire papier l'ont fait tout de suite après l'utilisation du modèle, les étudiants ayant répondu en ligne ont pu le faire plus ou moins longtemps après leur entraînement. Ils ont donc pu oublier certains détails de leur expérience sur simulateur. Enfin, l'évolution de la confiance en soi a été estimée qualitativement. Une même réponse peut donc regrouper plusieurs ressentis selon les élèves.

Le questionnaire de retour des étudiants a permis d'évaluer l'efficacité du modèle, son utilité, et le ressenti des élèves vis-à-vis de ce simulateur. Il en ressort que le niveau de confiance augmente pour les étapes de séparation des deux éléments du cordon spermatique et les nœuds entre ces structures, tandis que le niveau de confiance est inchangé pour les autres étapes. Un manque de solidité a été souligné, qui semble surtout dû à une manipulation trop brutale des éléments. L'accent devra donc être mis sur ce point lorsque les élèves utilisent le simulateur. Le modèle est enfin jugé très utile et satisfaisant par la majorité des élèves.

IV / RETOUR SUR LES CRITERES DE LA HAS ET DU GROUPE BEME

Comme évoqué en première partie, une séance de simulation et un modèle doivent répondre à un certain nombre de critères pour être efficaces. La HAS a défini 10 étapes pour garantir le bon déroulement d'une séance de simulation (20).

La première est l'**identification des objectifs pédagogiques**. L'enquête préliminaire a permis de déterminer les points pour lesquels le simulateur se révélerait utile. Le principal réside dans la réalisation de la première castration sur le simulateur pour que les étudiants puissent se familiariser avec la procédure.

La seconde est la **rédaction du scénario visant ces objectifs**. Dans notre cas, le scénario est extrêmement simple : il s'agit de réaliser une castration de chat. Aucun scénario d'incident n'est proposé, car ils sont très rares et plutôt dus à l'anesthésie qu'au gestes en eux-mêmes.

La troisième est la **définition d'un environnement réaliste permettant d'atteindre les objectifs pédagogiques**. Cet environnement était préexistant au modèle. Il s'agit de la salle de simulation VetSkill. Le modèle est fixe, et des lames sont mises à disposition des étudiants afin de réaliser la procédure.

La quatrième est la **définition et la préparation des équipements, du matériel et du mannequin**. Cette étape rassemble tout le processus de conception du modèle présenté précédemment.

La cinquième est la **préparation du matériel vidéo si nécessaire**. Le simulateur n'était à l'origine pas accompagné d'un support vidéo. Ce dernier a été créé début 2022 et sera accessible aux étudiants avant la fin de l'année scolaire. Il comprend une vidéo d'entraînement sur simulateur et une vidéo de castration de chat sur animal vivant.

La sixième est la **structuration de la séquence préparatoire de présentation du contexte et des équipements**, autrement dit le **briefing**. Les étudiants ne reçoivent pas de réelle présentation des ateliers et des équipements. Ils ont à leur disposition les fiches ou vidéos explicatives, et peuvent poser des questions, si nécessaire, à l'encadrant présent. Cette étape de *briefing* est donc présente, mais de manière plus informelle que structurée. Ce choix est volontaire et s'appuie sur l'interactivité avec les élèves. Les étudiants sont en effet plus réceptifs aux conseils au moment où ils sont en train de s'entraîner sur le simulateur que lors de longs exposés.

La septième est le **déroulement du scénario**, donc la réalisation de la castration.

L'avant dernière est la **structuration de la séquence de synthèse et d'évaluation encadrée**, autrement dit le **débriefing**. A l'instar du briefing, cette étape est peu structurée. Les étudiants reçoivent une note à l'issue de leur évaluation, mais ne se retrouvent pas pour une séance de discussion autour de leur passage sur simulateur. Lors d'utilisation libre, c'est l'encadrant qui prodigue des conseils et explications pendant l'utilisation, mais les discussions restent informelles et ne se font pas lors d'une séance dédiée. Ce choix est également volontaire pour favoriser les échanges avec chaque étudiant.

La dernière étape est la **définition du document de fin de séance proposant des actions d'amélioration**. Ce document est le questionnaire de retour des étudiants, mis à disposition à côté de l'atelier ou en ligne.

La simulation de castration de chat telle que conçue pour la salle VetSkill remplit la majorité des conditions énoncés par la HAS pour le bon déroulement des séances. Une amélioration semblerait à envisager concernant le *briefing* et le *débriefing*. Ces deux étapes paraissent cependant plus efficaces, dans notre cas, lorsqu'elles restent informelles.

L'efficacité d'une simulation peut également être évaluée selon les critères du groupe BEME (21), qui recoupent certaines notions évoquées par la HAS. Parmi ces critères, on retrouve la nécessité d'un **débriefing** en fin de séance. Les apprenants doivent obtenir une **communication claire** de leurs résultats. Ce dernier point doit attirer l'attention car même si les étudiants se voient attribuer une note d'évaluation, il est important de fournir un **retour personnalisé** à chacun d'entre eux, mettant en avant leurs points forts et des pistes d'amélioration.

La **répétabilité** des gestes dans un **environnement contrôlé** est également primordiale pour une simulation efficace. Dans notre cas, les étudiants peuvent s'exercer un grand nombre de fois sur le simulateur. Quatre modèles sont disponibles, tous identiques. Les pièces pouvant être changées rapidement, les élèves peuvent s'exercer plusieurs fois de suite sur le simulateur. Notre modèle permet donc aux élèves de répéter leurs gestes un grand nombre de fois, jusqu'à acquérir un niveau de confiance qui les satisfait.

Le groupe BEME insiste sur **l'intégration** du simulateur **dans le cursus**. C'est le cas de notre modèle. Tous les élèves de deuxième année doivent en théorie utiliser le simulateur, puisqu'il fait partie des ateliers qu'ils peuvent tirer au sort pour l'évaluation. Les autres étudiants ont également un accès libre au modèle. Le simulateur de castration du chat, et plus largement l'ensemble du module de simulation est parfaitement intégré dans le cursus vétérinaire à VetAgro Sup.

Certains critères évoqués par le groupe BEME ne s'appliquent pas à notre modèle, car il s'agit d'un modèle de procédure chirurgicale sans variations possibles. Ainsi, les élèves ne s'entraînent pas avec des niveaux de difficulté croissants et le simulateur ne peut être adapté à différentes situations cliniques. Cela est en revanche valable si l'on considère la simulation dans son ensemble à VetAgro Sup. Les ateliers sont effectivement de difficulté croissante : les élèves commencent par exemple par la tenue des instruments, puis apprennent à réaliser les différents nœuds et terminent en s'exerçant à divers points de sutures, afin de répondre à diverses situations cliniques.

Notre modèle de castration du chat est donc en accord avec la plupart des bonnes pratiques de simulation énoncées par les experts du domaine. Il a donc toute sa place au sein de la salle de simulation VetSkill en permettant aux étudiants de mieux appréhender la castration féline.

CONCLUSION

La simulation s'est imposée comme une méthode d'apprentissage à part entière, avec ses codes, règles et bonnes pratiques. Après avoir fait ses preuves pour l'enseignement de la médecine humaine, elle semble vouée à un bel avenir en médecine vétérinaire. Cette méthode se révèle en effet efficace, appréciée des étudiants, et en accord avec les valeurs éthiques et morales des nouvelles générations. Le danger serait cependant de considérer que la simulation peut remplacer la pratique en conditions réelles. Les programmes de simulation doivent être encadrés et pensés pour accompagner l'expérience pratique plutôt que pour s'y substituer.

Les vétérinaires généralistes sont amenés à castrer un grand nombre de chats chaque année, pour répondre à la fois à une demande des propriétaires mais aussi dans le cadre du contrôle des populations félines. La castration est une procédure de convenance, rapide, peu coûteuse en matériel et présentant peu de complications. Il s'agit donc de l'une des premières chirurgies réalisées par les étudiants, que ce soit en stage ou à l'école. Les élèves doivent donc maîtriser ce geste au plus tôt dans leur cursus.

Le modèle a pour vocation de familiariser les étudiants avec les gestes techniques requis pour mener à bien une castration. Une enquête réalisée auprès d'un grand nombre d'étudiants a mis en évidence l'intérêt pédagogique du modèle. Les élèves réalisent leur première castration très précocement en stage, parfois dès la première année. L'objectif est donc que tous les étudiants aient eu l'opportunité de s'entraîner une fois sur le simulateur avant de réaliser une castration sur animal vivant – il s'agit là du principe même de la simulation. Le modèle conçu est utilisé depuis le mois de Janvier 2021, et a permis aux étudiants qui l'ont expérimenté d'accroître leur confiance en eux vis-à-vis de la procédure. Ils sont globalement satisfaits du modèle et leurs retours nous ont permis de lui apporter certaines améliorations.

La castration féline est une procédure chirurgicale soumise au consentement éclairé du propriétaire. Le vétérinaire joue un rôle parfois central dans la décision de castration. Il doit être en mesure d'échanger sur le sujet lors des premières consultations vaccinales, d'exposer les avantages, mais aussi les risques de l'opération, et doit pouvoir répondre aux questions des propriétaires. Les étudiants peuvent s'essayer à cet exercice dès leur troisième année auprès de clients du service de médecine préventive, mais il pourrait être intéressant de proposer des consultations simulées en amont, afin d'améliorer l'assurance des étudiants, leurs connaissances, et la relation qu'ils créent avec les propriétaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. GRANRY, JC et MOLL, MC. Haute Autorité de Santé - Rapport de mission : État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé [en ligne]. 2012. [Consulté le 18 mars 2022]. Disponible à l'adresse: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf
2. ROSEN, KR. The history of medical simulation. *Journal of Critical Care*. 2008. Vol. 23, n° 2, pp. 157-166.
3. KNEEBONE, R et BAILLIE, S. Contextualized Simulation and Procedural Skills: A View from Medical Education. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2008. Vol. 35, n° 4, pp. 595-598.
4. NISHISAKI, A, KEREN, R et NADKARNI, V. Does Simulation Improve Patient Safety?: Self-Efficacy, Competence, Operational Performance, and Patient Safety. *Anesthesiology Clinics*. 2007. Vol. 25, n° 2, pp. 225-236.
5. BOET, S, BOULD, MD, FUNG, L, QOSA, H, PERRIER, L, TAVARES, W, REEVES, S et TRICCO, AC. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management : a systematic review. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2014. Vol. 61, n° 6, pp. 571-582.
6. GLICK, SM. Animals for teaching purposes: medical students' attitude. *Medical Education*. 1995. Vol. 29, n° 1, pp. 39-42.
7. BALDELLI, I, BIOLATTI, B, SANTI, P, MURIALDO, G, BASSI, AM, SANTORI, G et CILIBERTI, R. Conscientious Objection to Animal Testing: A Preliminary Survey Among Italian Medical and Veterinary Students. *Alternatives to Laboratory Animals*. 2019. Vol. 47, n° 1, pp. 30-38.
8. CAPALDO, T. The Psychological Effects on Students of Using Animals in Ways that They See as Ethically, Morally or Religiously Wrong. *Alternatives to Laboratory Animals*. 2004. Vol. 32, n° 1_suppl, pp. 525-531.
9. LAIRMORE, MD et ILKIW, J. Animals Used in Research and Education, 1966–2016 : Evolving Attitudes, Policies, and Relationships. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2015. Vol. 42, n° 5, pp. 425-440.
10. GUILLON, A. OIE - Code sanitaire pour les animaux terrestres - Chapitre 7.8 : Utilisation des animaux pour la recherche et l'enseignement. [En ligne]. 2021. [Consulté le 20 mars 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_research_education.pdf
11. DIRECTIVE 2010/63/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. [En ligne]. 2010. [Consulté le 20 mars 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.recherche-animale.org/sites/default/files/2010-63__et_rectificatif_du_22_juin_2012.pdf
12. GATES, MC, ODOM, TF et SAWICKI, RK. Experience and confidence of final year veterinary students in performing desexing surgeries. *New Zealand Veterinary Journal*. 2018. Vol. 66, n° 4, pp. 210-215.

13. YU, JH, CHANG, HJ, KIM, SS, PARK, JE, CHUNG, WY, LEE, SK, KIM, M, LEE, JH et JUNG, YJ. Effects of high-fidelity simulation education on medical students' anxiety and confidence. *WEST, JC (éd.), PLOS ONE*. 2021. Vol. 16, n° 5, pp. e0251078.
14. LANGEBÆK, R, EIKA, B, TANGGAARD, L, JENSEN, AL et BERENDT, M. Emotions in Veterinary Surgical Students: A Qualitative Study. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2012. Vol. 39, n° 4, pp. 312-321.
15. HILL, LN, SMEAK, DD et LORD, LK. Frequency of use and proficiency in performance of surgical skills expected of entry-level veterinarians by general practitioners. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2012. Vol. 240, n° 11, pp. 1345-1354.
16. GATES, C, LITTLEWOOD, KE, KONGARA, K, ODOM, TF et SAWICKI, RK. Experience of Practicing Veterinarians with Supervising Final-Year Students and New Graduates in Performing Desexing Surgeries. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2020. Vol. 47, n° 4, pp. 465-474.
17. VIGNERON, S. *Étude de l'intérêt d'un simulateur de vêlage dans l'enseignement des manoeuvres obstétricales chez les bovins*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard Lyon 1 (Médecine - Pharmacie), 2015.
18. RAYNAL, F et RIEUNIER, A. *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés : apprentissage, formation, psychologie cognitive*. ESF, 2016. Pédagogies [références].
19. CHEKOUR, M, LAAFOU, M et JANATI-IDRISSI, R. *L'évolution des théories de l'apprentissage à l'ère du numérique*. 2019. pp. 9.
20. HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ. Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. [En ligne]. 2020. [Consulté le 18 mars 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.has.sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-01/guide_bonnes_pratiques_simulation_sante_guide.pdf
21. SCALESE, RJ et ISSENBERG, SB. Effective Use of Simulations for the Teaching and Acquisition of Veterinary Professional and Clinical Skills. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2005. Vol. 32, n° 4, pp. 461-467.
22. CHINIARA, G, COLE, G, BRISBIN, K, HUFFMAN, D, CRAGG, B, LAMACCHIA, M, NORMAN, D, et CANADIAN NETWORK FOR SIMULATION IN HEALTHCARE, GUIDELINES WORKING GROUP. Simulation in healthcare: A taxonomy and a conceptual framework for instructional design and media selection. *Medical Teacher*. 2013. Vol. 35, n° 8, pp. e1380-e1395.
23. BEAUBIEN, JM. The use of simulation for training teamwork skills in health care : how low can you go ? *Quality and Safety in Health Care*. 2004. Vol. 13, n° suppl_1, pp. i51-i56.
24. MARAN, NJ et GLAVIN, RJ. Low to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Medical Education*. 2003. Vol. 37, pp. 22-28.
25. REHMANN, AJ. A handbook of flight simulation fidelity requirements for human factors research : (472002008-001). [En ligne]. 1995. American Psychological Association. [Consulté le 19 mars 2022].
26. MORIN, DE, ARNOLD, CJ, HALE-MITCHELL, LK, MCNEIL, LK, LANZO, S, SODER, H, WILLIAMS, D, FOREMAN, JH et WHITELEY, H. Development and Evolution of the Clinical Skills Learning Center as an

Integral Component of the Illinois Veterinary Professional Curriculum. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2020. Vol. 47, n° 3, pp. 307-320.

27. HUNT, JA, SIMONS, MC et ANDERSON, SL. If you build it, they will learn : A review of models in veterinary surgical education. *Veterinary Surgery*. 2022. Vol. 51, n° 1, pp. 52-61.

28. CHAUMEIL, Laura. *Création d'un support pédagogique pour l'enseignement de l'ovariectomie chez la chatte : élaboration d'un simulateur procédural. Etude de son efficacité auprès d'étudiants vétérinaires de VetAgro Sup*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard Lyon 1 (Médecine - Pharmacie), 2018.

29. HUNT, JA, HEYDENBURG, M, KELLY, CK, ANDERSON, SL et DASCANIO, JJ. Development and Validation of a Canine Castration Model and Rubric. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2020. Vol. 47, n° 1, pp. 78-90.

30. USÓN-GARGALLO, J, TAPIA-ARAYA, AE, DÍAZ-GÜEMES MARTIN-PORTUGUÉS, I et SÁNCHEZ-MARGALLO, FM. Development and Evaluation of a Canine Laparoscopic Simulator for Veterinary Clinical Training. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2014. Vol. 41, n° 3, pp. 218-224.

31. BERNARDO, A. Virtual Reality and Simulation in Neurosurgical Training. *World Neurosurgery*. 2017. Vol. 106, pp. 1015-1029.

32. UNIVR STUDIO. Chirurgie en réalité virtuelle. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.univrstudio.com/project/formation-chirurgie-en-realite-virtuelle-stryker/>

33. BREED'N BETSY®. Bovine and equine product catalogue. [En ligne]. [Consulté le 21 mars 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.breednbetsy.com.au/_files/ugd/31f578_a0e8be9dfa404c858d52e8a9bbada0e2.pdf

34. BOSSAERT, P, LETERME, L, CALUWAERTS, T, COOLS, S, HOSTENS, M, KOLKMAN, I et DE KRUIF, A. Teaching Transrectal Palpation of the Internal Genital Organs in Cattle. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2009. Vol. 36, n° 4, pp. 451-460.

35. BARTHOLOMÉE, C. *Simulation en médecine bovine : Etude de l'efficacité pédagogique d'un simulateur de cathétérisme urinaire et réalisation d'un simulateur de palpation transrectale*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard Lyon 1 (Médecine - Pharmacie), 2020.

36. ONIRIS NANTES. Virtual Critical Care. [En ligne]. [Consulté le 22 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.oniris-nantes.fr/etudier-a-oniris/equipements-pedagogiques/virtual-critical-care/>

37. USÓN-GARGALLO, J, USÓN-CASAÚS, JM, PÉREZ-MERINO, EM, SORIA-GÁLVEZ, F, MORCILLO, E, ENCISO, S et SÁNCHEZ-MARGALLO, FM. Validation of a Realistic Simulator for Veterinary Gastrointestinal Endoscopy Training. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2014. Vol. 41, n° 3, pp. 209-217.

38. MCDERMOTT, MP, TISCHLER, VA, COBB, MA, ROBBÉ, IJ et DEAN, RS. Veterinarian–Client Communication Skills : Current State, Relevance, and Opportunities for Improvement. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2015. Vol. 42, n° 4, pp. 305-314.

39. STRAND, EB, JOHNSON, B et THOMPSON, J. Peer-Assisted Communication Training : Veterinary Students as Simulated Clients and Communication Skills Trainers. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2013. Vol. 40, n° 3, pp. 233-241.

40. BAILLIE, S, PIERCE, SE et MAY, SA. Fostering Integrated Learning and Clinical Professionalism Using Contextualized Simulation in a Small-Group Role-Play. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2010. Vol. 37, n° 3, pp. 248-253.
41. TAYCE, JD, COE, JB et CREEVY, KE. Pilot Study of Small Animal Rotating Intern Telephone Communication Training Using Simulated Referring Veterinarians. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2021. Vol. 48, n° 2, pp. 139-144.
42. JONES, JL, RINEHART, J et ENGLAR, RE. The Effect of Simulation Training in Anesthesia on Student Operational Performance and Patient Safety. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2019. Vol. 46, n° 2, pp. 205-213.
43. BERKENSTADT, H, BEN-MENACHEM, E, SIMON, D et ZIV, A. Training in Trauma Management. *Anesthesiology Clinics*. 2013. Vol. 31, n° 1, pp. 167-177.
44. CAPELLA, J, SMITH, S, PHILP, A, PUTNAM, T, GILBERT, C, FRY, W, HARVEY, E, WRIGHT, A, HENDERSON, K, BAKER, D, RANSON, S et REMINE, S. Teamwork Training Improves the Clinical Care of Trauma Patients. *Journal of Surgical Education*. 2010. Vol. 67, n° 6, pp. 439-443.
45. LANGEBÆK, R, TOFT, N et ERIKSEN, T. The SimSpay—Student Perceptions of a Low-Cost Build-It-Yourself Model for Novice Training of Surgical Skills in Canine Ovariohysterectomy. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2015. Vol. 42, n° 2, pp. 166-171.
46. ANNANDALE, A, SCHEEPERS, E et FOSGATE, GT. The Effect of an Ovariohysterectomy Model Practice on Surgical Times for Final-Year Veterinary Students' First Live-Animal Ovariohysterectomies. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2020. Vol. 47, n° 1, pp. 44-55.
47. LASCHINGER, S, MEDVES, J, PULLING, C, MCGRAW, R, WAYTUCK, B, HARRISON, MB et GAMBETA, K. Effectiveness of simulation on health profession students' knowledge, skills, confidence and satisfaction. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*. 2008. Vol. 6, n° 3, pp. 278-302.
48. FÉDÉRATION DES FABRICANTS D'ALIMENTS POUR CHIENS, CHATS, OISEAUX ET AUTRES ANIMAUX FAMILIERS. La population animale - Les chiffres de la population animale en France - Enquête 2020. [En ligne]. 2020. [Consulté le 4 avril 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.facco.fr/population-animale/>
49. MURRAY, JK, ROBERTS, MA, WHITMARS, A et GRUFFYDD-JONES, TJ. Survey of the characteristics of cats owned by households in the UK and factors affecting their neutered status. *Veterinary Record*. 2009. Vol. 164, n° 5, pp. 137-141.
50. DOWNES, M, CANTY, MJ et MORE, SJ. Demography of the pet dog and cat population on the island of Ireland and human factors influencing pet ownership. *Preventive Veterinary Medicine*. 2009. Vol. 92, n° 1-2, pp. 140-149.
51. COLLIARD, L, PARAGON, BM, LEMUET, B, BÉNET, JJ et BLANCHARD, G. Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009. Vol. 11, n° 2, pp. 135-140.
52. PACHETEAU, C. 2013 : les Français préfèrent toujours les chats aux chiens. [En ligne]. [Consulté le 1 avril 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.santevet.com/articles/2013-les-francais-preferent-toujours-les-chats-aux-chiens>

53. DOWNES, MJ, DEVITT, C, DOWNES, MT et MORE, SJ. Neutering of cats and dogs in Ireland ; pet owner self-reported perceptions of enabling and disabling factors in the decision to neuter. *PeerJ*. 2015. Vol. 3, pp. e1196.
54. KNOL, BW et EGBERINK-ALINK, ST. Treatment of problem behaviour in dogs and cats by castration and progestagen administration : A review. *Veterinary Quarterly*. 1989. Vol. 11, n° 2, pp. 102-107.
55. FATJÓ, J, RUIZ-DE-LA-TORRE, JL et MANTECA, X. The epidemiology of behavioural problems in dogs and cats : a survey of veterinary practitioners. *Animal Welfare*. 2006. pp. 8.
56. SPA. Dossier de presse - Stérilisation - Juin 2019. 2019.
57. PHILLIPS, SC, HEDGE, Z et PERALTA, JM. The role of private practitioners in reducing numbers of homeless dogs and cats and shelter euthanasia rates. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2018. Vol. 253, n° 4, pp. 404-408.
58. BORNES-WEIL, S. Inappropriate Urination. *Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice*. 2019. Vol. 49, n° 2, pp. 141-155.
59. BEAVER, BVG. *Feline behavior: a guide for veterinarians*. 2nd ed. St. Louis, Mo : Saunders, 2003. SF446.5 .B38 2003
60. DAFFLON, J. *Stérilisation des carnivores domestiques : Etat des connaissances et motivations des propriétaires*. (2018) Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse.
61. HART, B et BARRETT, RE. Effects of castration on fighting, roaming, and urine spraying in adult male cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1973. Vol. 163, n° 3, pp. 3.
62. HALL, CM, BRYANT, KA, HASKARD, K, MAJOR, T, BRUCE, S et CALVER, MC. Factors determining the home ranges of pet cats : A meta-analysis. *Biological Conservation*. 2016. Vol. 203, pp. 313-320.
63. BRUCE, SJ, ZITO, S, GATES, MC, AGUILAR, G, WALKER, JK, GOLDWATER, N et DALE, A. Predation and Risk Behaviors of Free-Roaming Owned Cats in Auckland, New Zealand via the Use of Animal-Borne Cameras. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019. Vol. 6, pp. 205.
64. FROMONT, E, PONTIER, D, SAGER, A, JOUQUELET, E, ARTOIS, M, LÉGER, F, STAHL, P et BOURGUEMESTRE, F. Prevalence and pathogenicity of retroviruses in wildcats in France. *Veterinary Record*. 2000. Vol. 146, n° 11, pp. 317-319.
65. BURLING, AN, LEVY, JK, SCOTT, HM, CRANDALL, MM, TUCKER, SJ, WOOD, EG et FOSTER, JD. Seroprevalences of feline leukemia virus and feline immunodeficiency virus infection in cats in the United States and Canada and risk factors for seropositivity. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2017. Vol. 251, n° 2, pp. 187-194.
66. LITTLE, S, SEARS, W, LACHTARA, J et BIENZLE, D. Seroprevalence of feline leukemia virus and feline immunodeficiency virus infection among cats in Canada. *Canadian Veterinary Journal*. 2009. Vol. 50, pp. 5.
67. FINKLER, H, GUNTHER, I et TERKEL, J. Behavioral differences between urban feeding groups of neutered and sexually intact free-roaming cats following a trap-neuter-return procedure. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2011. Vol. 238, n° 9, pp. 1141-1149.

68. JAVMA. Pet ownership - Guidelines. [En ligne]. [Consulté le 2 avril 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.avma.org/resources-tools/pet-owners/responsible-pet-ownership>
69. GOSLING, L, STAVISKY, J et DEAN, R. What is a feral cat ? Variation in definitions may be associated with different management strategies. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2013. Vol. 15, n° 9, pp. 759-764.
70. ROBERTSON, SA. A review of feral cat control. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2008. Vol. 10, n° 4, pp. 366-375.
71. LEVY, JK et CRAWFORD, PC. Humane strategies for controlling feral cat populations. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Vol. 225, n° 9, pp. 1354-1360.
72. NUTTER, FB, LEVINE, JF et STOSKOPF, MK. Reproductive capacity of free-roaming domestic cats and kitten survival rate. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Vol. 225, n° 9, pp. 1399-1402.
73. GUNTHER, I, RAZ, T, BERKE, O et KLEMENT, E. Nuisances and welfare of free-roaming cats in urban settings and their association with cat reproduction. *Preventive Veterinary Medicine*. 2015. Vol. 119, n° 3-4, pp. 203-210.
74. KOSICKI, JZ. The impact of feral domestic cats on native bird populations. Predictive modelling approach on a country scale. *Ecological Complexity*. 2021. Vol. 48, pp. 100964.
75. MEDINA, FM, BONNAUD, E, VIDAL, E, TERSHY, BR, ZAVALA, ES, JOSH DONLAN, C, KEITT, BS, CORRE, M, HORWATH, SV et NOGALES, M. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology*. 2011. Vol. 17, n° 11, pp. 3503-3510.
76. GERHOLD, RW et JESSUP, DA. Zoonotic Diseases Associated with Free-Roaming Cats : Zoonoses and Free-Roaming Cats. *Zoonoses and Public Health*. 2013. Vol. 60, n° 3, pp. 189-195.
77. Division of Public Health - Epidemiology Branch. Rabies : The Epidemic Continues in Georgia. *Georgia Epidemiology Report*. 2007
78. EIDSON, M et BINGMAN, AK. Terrestrial Rabies and Human Postexposure Prophylaxis, New York, USA. *Emerging Infectious Diseases*. 2010. Vol. 16, n° 3, pp. 527-529.
79. GUNTHER, I, FINKLER, H et TERKEL, J. Demographic differences between urban feeding groups of neutered and sexually intact free-roaming cats following a trap-neuter-return procedure. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2011. Vol. 238, n° 9, pp. 1134-1140.
80. NUTTER, FB, DUBEY, JP, LEVINE, JF, BREITSCHWERDT, EB, FORD, RB et STOSKOPF, MK. Seroprevalences of antibodies against Bartonella henselae and Toxoplasma gondii and fecal shedding of Cryptosporidium spp, Giardia spp, and Toxocara cati in feral and pet domestic cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Vol. 225, n° 9, pp. 1394-1398.
81. WOOD, B, TERSHY, BR, HERMOSILLO, MA, DONLAN, CJ, SANCHEZ, JA, KEITT, BS, CROLL, DA, HOWALD, GR et BIAVASCHI, N. Removing cats from islands in north-west Mexico. In : VEITCH CR et CLOUT MN (2002) *Turning the tide : the eradication of invasive species*. pp. 374-380
82. NOGALES, M, MARTIN, A, TERSHY, BR, DONLAN, CJ, VEITCH, D, PUERTA, N, WOOD, B et ALONSO, J. A Review of Feral Cat Eradication on Islands. *Conservation Biology*. 2004. Vol. 18, n° 2, pp. 310-319.

83. DE RUYVER, C, ABATI, E, VILLA, PD, PEETERS, E H.K.A., CLEMENTS, J, DUFAU, A et MOONS, C P.H. Public opinions on seven different stray cat population management scenarios in Flanders, Belgium. *Research in Veterinary Science*. 2021. Vol. 136, pp. 209-219.
84. HUGHES, KL, SLATER, MR et HALLER, L. The Effects of Implementing a Feral Cat Spay/Neuter Program in a Florida County Animal Control Service. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 2002. Vol. 5, n° 4, pp. 285-298.
85. LEVY, JK, GALE, DW et GALE, LA. Evaluation of the effect of a long-term trap-neuter-return and adoption program on a free-roaming cat population. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2003. Vol. 222, n° 1, pp. 42-46.
86. Code rural et de la pêche maritime - Article L211-27. [En ligne]. 2021. [Consulté le 8 avril 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000044394028
87. FONDATION 30 MILLIONS D'AMIS. Stérilisation des chats errants : les municipalités doivent agir ! [En ligne]. [Consulté le 9 avril 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.30millionsdamis.fr/actualites/article/14558-sterilisation-des-chats-errants-les-municipalites-doivent-agir/?no_cache=1
88. LOI n° 2021-1539 du 30 novembre 2021 visant à lutter contre la maltraitance animale et conforter le lien entre les animaux et les hommes - Article 11. [En ligne]. 2021. [Consulté le 8 avril 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000044389294
89. NATOLI, E, MARAGLIANO, L, CARIOLA, G, FAINI, A, BONANNI, R, CAFAZZO, S et FANTINI, C. Management of feral domestic cats in the urban environment of Rome (Italy). *Preventive Veterinary Medicine*. 2006. Vol. 77, n° 3-4, pp. 180-185.
90. CASTILLO, D et L. CLARKE, A. Trap/Neuter/Release Methods Ineffective in Controlling Domestic Cat « Colonies » on Public Lands. *Natural Areas Journal*. 2003. Vol. 23, n° 3, pp. 7.
91. ANDERSEN, MC, MARTIN, BJ et ROEMER, GW. Use of matrix population models to estimate the efficacy of euthanasia versus trap-neuter-return for management of free-roaming cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Vol. 225, n° 12, pp. 1871-1876.
92. MCCARTHY, RJ, LEVINE, SH et REED, JM. Estimation of effectiveness of three methods of feral cat population control by use of a simulation model. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2015. Vol. 243, n° 4, pp. 502-511.
93. THIAUDIÈRE, S. *Campagne de stérilisation des chats libres lyonnais : Mise en oeuvre et premiers résultats*. (2021) Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard Lyon 1 (Médecine - Pharmacie)
94. BARONE, R. (2001) *Anatomie comparée des mammifères domestiques - Tome 4 - Splanchnologie II : appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale*. Lyon : Vigot. 951 p
95. CONSTANTINESCU, GM et LIGONDAY, P. (2005) *Guide pratique d'anatomie du chien et du chat*. Paris : Éd. Med'Com. 380 p
96. NOAKES, DE. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. (2009) Elsevier Health Sciences. 837p

97. HOWE, LM. Surgical methods of contraception and sterilization. *Theriogenology*. 2006. Vol. 66, n° 3, pp. 500-509.
98. JOYCE, A et YATES, D. Help Stop Teenage Pregnancy!: Early-Age Neutering in Cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2011. Vol. 13, n° 1, pp. 3-10.
99. THOMAS, C, ROBERTSON, SA et WESTFALL, M. AAFP Position Statement Early spay and castration. *JFMS Clinical practice*. 2010. pp. 1.
100. THE CAT GROUP. Policy Statement 1 : Timing of neutering. [En ligne]. 2006. [Consulté le 9 avril 2022]. Disponible à l'adresse : http://www.thecatgroup.org.uk/policy_statements/neut.html
101. HOWE, LM., SLATER, MR, BOOTHE, HW, HOBSON, HP, FOSSUM, TW, SPANN, AC. et WILKIE, WS. Long-term outcome of gonadectomy performed at an early age or traditional age in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000. Vol. 217, n° 11, pp. 1661-1665.
102. SPAIN, CV, SCARLETT, JM et HOUPPT, KA. Long-term risks and benefits of early-age gonadectomy in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Vol. 224, n° 3, pp. 372-379.
103. MARTIN, LM, SILIART, B, DUMON, HJW et NGUYEN, P. Spontaneous hormonal variations in male cats following gonadectomy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2006. Vol. 8, n° 5, pp. 309-314.
104. MARTIN, L, SILIART, B, DUMON, H, BACKUS, R, BIOURGE, V et NGUYEN, P. Leptin, body fat content and energy expenditure in intact and gonadectomized adult cats : a preliminary study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2001. Vol. 85, n° 7-8, pp. 195-199.
105. BLANCKAERT, C. *Obésité du chien*. (2009) Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson, 227 p
106. Création Silicone - La série ECOFLEX. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.creation-silicone.com/27.la-serie-ecoflex>
107. Création Silicone - La série SILCPIG. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.creation-silicone.com/38.la-serie-silc-pig>

ANNEXES

ANNEXE A – ENQUETE PRELIMINAIRE AUPRES DES ETUDIANTS VETERINAIRES

Évaluation des besoins des étudiants - modèle de simulation de castration chat

Ce questionnaire a pour but d'évaluer le positionnement des élèves vétérinaires vis à vis de la castration du chat : connaissances théoriques, réalisation pratique, niveau de confiance etc., en vue de la mise en place d'un modèle accessible dans la salle de simulation de VetAgro Sup Lyon, et ce dès l'entrée à l'école.

*LES QUESTIONS MARQUEES * SONT OBLIGATOIRES*

PAGE 1

1. Au sein de quelle école étudiez-vous ? *

VetAgro Sup – Oniris – ENVA – ENVT

2. Quel est votre niveau d'études ? *

1A – 2A - 3A – 4A - 5A

3. Avez-vous déjà réalisé une castration de chat ? *

Oui – Non

→ Si la réponse est « oui »

4. Combien de fois ?

1 fois – Entre 2 et 4 fois – 5 fois ou plus

5. Durant quelle année d'études avez-vous réalisé votre première castration ?

Avant l'entrée en 1A

Entre l'entrée en 1A et l'entrée en 2A

Entre l'entrée en 2A et l'entrée en 3A

Entre l'entrée en 3A et l'entrée en 4A

Entre l'entrée en 4A et l'entrée en 5A

Après l'entrée en 5A

6. Dans quel cadre ?

A l'école – En stage

PAGE 2

7. Quelle est la technique privilégiée pour la castration du chat ? *

A testicule couvert – A testicule découvert

8. Quelles sont, dans l'ordre, les structures à inciser ? *

	1ère	2ème	3ème
Fascia testiculaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vaginale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Que contient le cordon testiculaire ? Donner le nom des deux structures à nouer ensemble. *

10. Combien de nœuds sont nécessaires entre ces deux éléments ? *

Entre 1 et 3 – 4 ou 5 – Plus de 5

PAGE 3

11. Quel aspect de la castration de chat vous inquiète le plus ? *

L'anesthésie – Les gestes techniques – Autre, précisez

12. Quel est votre niveau de confiance concernant les différentes étapes de la castration du chat ? *

	Faible	Modéré	Bon	Fort
Incision des enveloppes - profondeur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incision des enveloppes - profondeur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sortie du testicule	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Séparation du plexus vasculaire et du canal déférent	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Noeuds entre le plexus vasculaire et du canal déférent - serrage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Modèle de simulation

Le modèle est composé d'une peluche dans laquelle ont été fixées des bourses (tissu mimant la peau et gant en latex mimant la vaginale) contenant les testicules (silicone). Les étudiants disposent d'une lame et d'une compresse, et peuvent réaliser la castration du début à la fin. Il sera accessible à l'ensemble des étudiants de VetAgro Sup Lyon.

13. Estimez-vous qu'un modèle de simulation de castration de chat accessible dès la première année est utile ? *

Très utile – Utile – Peu utile – Inutile

14. Si vous avez déjà réalisé une castration de chat, auriez-vous préféré vous exercer sur un modèle au préalable ? *

Oui – Non

ANNEXE B – FICHE D'ACCOMPAGNEMENT DE L'ATELIER



Fiche méthodologique Réalisation d'une castration de chat par la technique des nœuds Emilie Rosset- Claude Carozzo

Justification du poste de travail

La castration du chat est un acte courant réalisé quotidiennement par le vétérinaire. C'est un acte de convenance à l'échelle de l'individu et qui permet le contrôle des populations à l'échelle de l'espèce; il peut également être réalisé à titre thérapeutique en cas de tumeurs testiculaires, de traumatismes ou d'infections de type orchite ou encore réalisé pour permettre un autre geste chirurgical (urétrostomie périnéale). La castration décrite chez le chat se fait à testicules découverts.

Objectif d'apprentissage

Etre capable de comprendre et expliquer les étapes d'une castration de chat par la technique des nœuds entre le cordon testiculaire et le conduit déférent.

Pré-requis :

- Anatomie de l'appareil reproducteur du chat mâle dont les organes génitaux externes et leurs annexes,
- Technique des nœuds plats à la main.

Méthodologie

Préparatifs

Cet exercice se réalise sur une peluche de tigre, mimant un chat, sur laquelle a été ajouté un scrotum contenant deux testicules à l'intérieur d'une vaginale.

L'animal :

Les pattes postérieures sont attachées ensemble vers l'avant par un lien unique passant par le dos de l'animal : la peluche est positionnée en décubitus dorsal de telle sorte à ce qu'elle puisse tenir seule. Installer la peluche, scrotum face à vous.



En pratique, toujours vérifier la position des testicules avant l'anesthésie, épiler le scrotum en arrachant les poils à la main, et enfin nettoyer et préparer de manière aseptique le site chirurgical la zone (savonnage en 3 passages).

Instruments :

- Lame de bistouri taille 22
- Compresse.

Réalisation pratique

Ouvrir la lame et la déposer sur la compresse.

En pratique, ne pas oublier que vous aurez des gants stériles et que le matériel devra être manipulé de manière stérile, la lame étant déposée sur une compresse stérile.

Incision de la peau :

Saisir la base du scrotum entre le pouce et l'index, et serrer les doigts de manière à mettre un côté du scrotum en tension par l'intermédiaire du testicule. A l'aide de la lame de bistouri, réaliser une incision verticale au centre de cette moitié du scrotum ainsi mis sous tension, d'environ 0,5 à 1cm de longueur (en pratique jusqu'à ce vous puissiez extérioriser de la peau, le testicule dans sa vaginale intacte). Appuyer ensuite sur le scrotum afin de faire sortir le testicule. Il est alors recouvert par la vaginale.



Rédaction
BALLIGAND Clarisse
BERNE Brioni

Révision
Claude Carozzo

Incision de la vaginale:

De même que précédemment, maintenir le testicule recouvert de sa vaginale en tension avec le pouce et l'index. Réaliser une incision verticale d'1cm de la vaginale (*en pratique dans la zone la moins irriguée, repérable par transparence*), en évitant d'inciser l'albuginée du testicule, puis appuyer extérioriser le testicule de la vaginale.

Séparer avec les doigts les attaches du ligament scrotal unissant la queue de l'épididyme sur la vaginale. Prendre le testicule dans une main et à l'aide de l'autre récliner la vaginale pour la faire rentrer dans le scrotum.



En réalité il y a deux feuilletts de vaginale (une vaginale propre viscérale et une vaginale pariétale) qui correspondent aux replis des extensions du péritoine pariétal. La vaginale propre liée à l'albuginée n'est pas incisée, seule la vaginale pariétale l'est.

Séparation du plexus vasculaire et du canal déférent :

Continuer à maintenir le testicule dans une main. Repérez l'épididyme, accolé au testicule et le canal déférent qui lui fait suite, et les vaisseaux testiculaires. A l'aide d'un doigt, séparer les vaisseaux du canal déférent en déchirant le tissu conjonctif entre les deux sur une longueur suffisante pour pouvoir réaliser les nœuds. Séparer du testicule, de manière traumatique, l'épididyme avec le canal déférent ou sectionner le canal déférent à proximité de l'épididyme.

Réalisation des nœuds :

Réaliser un nœud plat de chirurgien entre le canal déférent et les vaisseaux testiculaires (attachés au testicule) en veillant à faire descendre le nœud le plus profondément possible dans le scrotum. Réaliser ensuite 5 à 6 nœuds plats.



Coupe du testicule et du canal déférent :

Couper avec la lame les deux « chefs » à 2 à 3 mm du dernier nœud.

En pratique, ne pas oublier de vérifier l'hémostase !



Fermeture :

Pincer la vaginale et la ramener vers vous pour réintégrer les nœuds. Refouler ensuite la vaginale dans le scrotum.



Renouveler l'opération sur le deuxième testicule à travers une nouvelle incision du scrotum

En pratique, le scrotum est divisé en deux parties, recevant chacune un testicule ; ces deux parties sont séparées par un septum qui ne permet pas d'extérioriser les deux testicules par la même incision scrotale

ANNEXE C – QUESTIONNAIRE APRES UTILISATION DU SIMULATEUR

Retour des étudiants après utilisation du modèle de castration de chat

Ce questionnaire est destiné aux personnes ayant testé le modèle en salle de simulation.

1. Quelle est votre niveau d'études ? *

1A – 2A - 3A – 4A - 5A

2. Dans quel cadre avez-vous utilisé le modèle ? *

Libre – Avant la rotation de reproduction petits animaux

3. Avez-vous déjà réalisé une castration de chat avant ou après l'utilisation modèle ? *

Avant – Après – Jamais

➔ Si la réponse est « avant » ou « après »

4. Comment évaluez-vous le réalisme du modèle ? *

	Non réaliste	Peu réaliste	Réaliste	Très réaliste
Général	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enveloppes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Testicules - lors de leur sortie du scrotum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Testicules - lors de la séparation du plexus vasculaire et du canal déférent	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Testicules - lors de la réalisation des noeuds	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Estimez-vous que l'utilisation du modèle vous a permis d'augmenter votre niveau de confiance concernant les étapes de la castration ? *

	Moins confiant.e	Inchangé	Plus confiant.e
Incision des enveloppes - profondeur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incision des enveloppes - localisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sortie du testicule	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Séparation du plexus vasculaire et du canal déférent	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Noeuds entre le plexus vasculaire et le canal déférent	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Avez-vous globalement trouvé le modèle utile pour votre formation ? *

Très utile – Utile – Peu utile – Inutile

7. Avez-vous des suggestions/commentaires concernant le modèle ?

MODELE DE SIMULATION DE CASTRATION DU CHAT A DESTINATION DES ELEVES DE VETAGRO SUP LYON – PERTINENCE, ELABORATION ET EFFICACITE PEDAGOGIQUE DU SIMULATEUR

Auteur

BALLIGAND Clarisse

Résumé

L'apprentissage par simulation occupe une place grandissante dans l'enseignement en médecine humaine et vétérinaire. De nombreux laboratoires de simulation voient le jour au sein des écoles vétérinaires, permettant ainsi aux étudiants d'apprendre et de perfectionner divers gestes techniques, mais aussi de développer leurs capacités de communication. Le campus vétérinaire VetAgro Sup Lyon a ainsi créé la salle de simulation VetSkill en 2018.

L'objectif de cette thèse résidait dans l'élaboration d'un modèle de simulation de castration féline par la technique des nœuds à destination des élèves de VetAgro Sup. Pour l'accompagner, une fiche explicative et des supports vidéo ont été produits. Des recherches bibliographiques ainsi qu'une étude préliminaire auprès de plus de 400 étudiants a mis en évidence le réel intérêt pédagogique d'un tel simulateur. Les 156 élèves s'étant exercés sur le modèle ont vu leur niveau de confiance augmenter significativement lors de la réalisation des deux étapes les plus délicates de la procédure ($p = 0,002$ et $p = 0,04$). La majorité des élèves ressort satisfaite de l'entraînement sur simulateur et estime qu'il s'agit d'une composante utile de leur formation.

Mots-clés

Simulation, castration, chat, convenance, pédagogie, chirurgie

Jury

Président du jury : Pr **SANLAVILLE Damien**

Directeur de thèse : Dr **ROSSET Emilie**

1er assesseur : Dr **ROSSET Emilie**

2ème assesseur : Dr **CACHON Thibaut**

Membre invité : /