

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 166

**DEMARCHE D'ANALYSE DE RISQUE EN MEDECINE
PREVENTIVE : DEVELOPPEMENT D'UNE SIMULATION
VIRTUELLE DE CONSULTATION**

THESE

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

Et soutenue publiquement le 21 décembre 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

KRUTTEN Anne-Sophie

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 166

**DEMARCHE D'ANALYSE DE RISQUE EN MEDECINE
PREVENTIVE : DEVELOPPEMENT D'UNE SIMULATION
VIRTUELLE DE CONSULTATION**

THESE

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

Et soutenue publiquement le 21 décembre 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

KRUTTEN Anne-Sophie

Liste des enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon (20-03-2023)

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

Remerciements au jury

A Madame la Professeure Emmanuelle GILOT-FROMONT,

De VetAgro Sup, campus vétérinaire de Lyon,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Mes hommages les plus respectueux.

A Monsieur le Docteur Vincent LEGROS,

De VetAgro Sup, campus vétérinaire de Lyon,

Pour son soutien, ses conseils et son aide dans l'élaboration de cette thèse,

Mes sincères remerciements.

A Madame la Professeure Marie-Pierre CALLAIT-CARDINAL,

De VetAgro Sup, campus vétérinaire de Lyon,

Qui nous fait l'honneur de participer à ce jury de thèse,

Mes sincères remerciements.

Table des matières

Liste des annexes.....	9
Liste des figures.....	11
Liste des abréviations.....	13
Introduction.....	15
Première partie : Intérêt des outils numériques pour l'apprentissage par simulation en santé humaine et animale	17
I. Développement de l'apprentissage par simulation	17
1. Evolution des attentes sociétales.....	17
2. Evolution des méthodes pédagogiques	19
3. Un développement précoce en médecine humaine	21
II. Intégration de la simulation dans la formation des étudiants du domaine de la santé	22
1. Classification des outils de simulation.....	22
2. Intérêt dans l'apprentissage des gestes techniques	24
3. Développement de la simulation pour l'acquisition et la mise en pratique des connaissances	26
III. Apports des outils numériques et développement de la simulation virtuelle.....	27
1. Une facilité d'accès et de partage des ressources d'apprentissage.....	27
2. Des outils adaptables pour l'apprenant comme pour le développeur	28
3. Des supports attrayants favorisant l'engagement de l'apprenant	29
Deuxième partie : Les limites de la simulation virtuelle	31
I. Un équilibre à respecter entre formation en présentiel et en autonomie	31
1. L'importance du retour sur une activité	31
2. L'impact des formations en autonomie sur les étudiants.....	32
3. L'exemple des confinements et fermetures de 2020	33
II. Un développement récent, rapide et d'origines multiples	34
1. Un développement récent	34
2. Des origines multiples et une absence d'uniformisation	36
3. D'importantes inégalités de formation et de disponibilité	37
Troisième partie : Elaboration d'une simulation virtuelle de consultation permettant la mise en pratique de la démarche d'analyse de risque	41
I. Matériel et méthodes.....	41
1. Conception de l'activité.....	41
a) L'enseignement de la médecine préventive à VetAgro Sup	41
b) Intégration de l'activité dans les objectifs de la médecine préventive.....	43
2. Choix des outils.....	44

3.	Développement de l'activité	52
a)	Choix du contexte de l'activité	52
b)	Création de la banque de questions.....	53
c)	Déroulement de l'activité.....	55
II.	Résultats	60
1.	Mise en place de l'activité.....	60
2.	Compréhension des différents exercices et accessibilité.....	61
3.	Appréciation de l'activité	63
III.	Discussion	64
1.	Limites dans la reproduction du réel.....	64
2.	Une évaluation limitée de l'efficacité.....	65
3.	Vers une extension à d'autres activités.....	66
	Conclusion	67
	Bibliographie.....	69
	Annexes	75

Liste des annexes

Annexe I – Objectifs pédagogiques et compétences en médecine préventive

Annexe II – Correction proposée pour les étudiants ciblant les puces, tiques, moustiques et phlébotomes

Annexe III – Questionnaire proposé aux utilisateurs de l'activité

Liste des figures

Figure 1 – Relations entre triangle pédagogique et méthode pédagogique

Figure 2 – Les différentes modalités de simulation

Figure 3 – Plan graphique de l'activité « Parcours ludique »

Figure 4 – Page d'accueil de l'application Topaze 1.7

Figure 5 – Fenêtre de création d'un atelier

Figure 6 – Etape d'accueil

Figure 7 – Insertion des étapes suivantes et transitions

Figure 8 – Options pour le choix du quiz

Figure 9 – Création d'un atelier de type « catégorisation »

Figure 10 – Publication et partage d'une activité

Figure 11 – Banque de questions

Figure 12 – Page d'accueil de l'activité

Figure 13 – Etape d'orientation

Figure 14 – Correction de l'identification des dangers

Figure 15 – Tutoriel pour l'identification des facteurs modulant l'exposition

Figure 16 – Frises chronologiques présentant les plans de prévention

Liste des abréviations

SVM	<i>School of Veterinary Medicine</i>
PBL	<i>Problem-based learning</i>
CHU	Centre hospitalier universitaire
ENVA	Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
CGAAER	Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i>
FUN	France Université Numérique
UNESS	Université Numérique En santé et Sport
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
CHUVAC	Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire, clinique des Animaux de Compagnie
HTML	HyperText Markup Language
XML	Extensible Markup Language
QCM	Questionnaire à Choix Multiples
TD	Travaux Dirigés
UV	Ultraviolet

INTRODUCTION

La formation des étudiants vétérinaires repose dans un premier temps sur un apprentissage théorique. Après obtention du concours et à l'issue des trois premières années de formation en école vétérinaire, l'étudiant est amené à mettre en pratique ses connaissances dans un contexte clinique. Ainsi, nous avons décidé de nous intéresser à la transition vécue par les étudiants entre l'acquisition des connaissances et leur mise en application dans le contexte de la médecine préventive à VetAgro Sup. En effet, il s'agit d'un des premiers contacts de l'étudiant avec la formation pratique en clinique. A cette occasion, il lui est demandé de mettre en œuvre une démarche d'analyse de risque dans un contexte précis : celui de la consultation de médecine préventive. Nous avons souhaité élaborer une activité qui permettrait à l'étudiant de s'entraîner à mobiliser ses connaissances dans un contexte donné et d'appliquer la méthode d'analyse de risque dans un cadre dépourvu du stress lié à l'évaluation et à la présence d'un animal et de son propriétaire, afin de faciliter la transition entre formation théorique et mise en pratique en contexte clinique.

Pour cela, nous avons choisi de développer une activité de simulation. En effet, grâce à l'évolution des attentes sociétales et des méthodes pédagogiques, l'apprentissage par simulation s'est développé en médecine humaine puis en médecine vétérinaire. La simulation permet à la fois d'acquérir des compétences pratiques mais également d'approfondir ses connaissances théoriques tout en développant d'autres capacités comme la communication et le travail de groupe. De plus, l'émergence des nouvelles technologies ces dernières années a permis d'élargir le champ des possibilités en simulation en créant des outils toujours plus performants et plus réalistes ce qui augmente l'engagement des étudiants.

L'objectif de cette thèse est donc la réalisation d'une simulation virtuelle de consultation à destination des étudiants centrée sur la démarche d'analyse de risque afin de faciliter la transition entre apprentissage théorique et mise en application des connaissances en contexte clinique. Ainsi, ce manuscrit s'intéresse dans un premier temps aux apports de la simulation pour la formation des étudiants du domaine de la santé ainsi qu'aux nouvelles opportunités offertes par le développement des outils numériques. La deuxième partie expose les limites inhérentes à ces nouveaux outils et l'impact qu'ils peuvent avoir sur les utilisateurs. Enfin, la troisième partie présente le

développement de l'activité et son intégration dans les objectifs d'apprentissage de la médecine préventive à VetAgro Sup.

PREMIERE PARTIE : INTERET DES OUTILS NUMERIQUES POUR L'APPRENTISSAGE PAR SIMULATION EN SANTE HUMAINE ET ANIMALE

I. Développement de l'apprentissage par simulation

1. Evolution des attentes sociétales

L'utilisation d'animaux ou de patients à visée pédagogique est une des principales raisons ayant motivé l'introduction de la simulation dans la formation des étudiants en santé humaine et animale, dans le but de réduire au maximum le recours à des animaux ou à des patients lors des premières mises en application. Historiquement dans le cursus vétérinaire, des animaux sont élevés pour être abattus et servir d'outils pédagogiques [1]. Les cadavres sont utilisés pour l'apprentissage de l'anatomie. Des solutions alternatives apparaissent depuis plusieurs années comme l'utilisation d'animaux euthanasiés pour des raisons médicales ou victimes d'accidents. Dès 2007, au moins 9 universités aux Etats Unis [1] recueillent ces cadavres provenant de sources plus éthiques pour la formation de leurs étudiants. Certains membres des services chargés de l'enseignement de l'anatomie émettent cependant des réticences [2]. En effet, ils avancent qu'un trop grand nombre de ces animaux est stérilisé, ce qui limite l'étude de l'appareil reproducteur, ils craignent que le nombre d'animaux soit insuffisant pour les besoins liés à la formation ou encore que la charge de travail liée à la collecte et à l'embaumement des corps soit trop importante. Dans certaines universités australiennes et américaines, des procès ont même eu lieu entre des étudiants désireux de trouver des méthodes d'enseignement moins néfastes pour les animaux (incluant l'usage de cadavres de source éthique, de modèles, de vidéos, ...) et leurs universités s'y opposant [3]. Cependant, l'Université de Tufts SVM a lancé son programme en 1996 et en 2000 le nombre d'animaux était suffisant pour subvenir aux besoins de tous les étudiants [2]. Des conditions particulières de gestion des cadavres ont été mises en place : selon l'animal et son état, il est réparti dans les différents services de l'université et un anatomiste le prend en charge afin d'en assurer l'embaumement et la conservation. Dans l'article de Kumar *et al.*[2], le devenir des animaux morts de cause indéterminée n'est pas décrit alors que des précautions particulières sont à prendre dans ce cas afin de garantir la biosécurité. Dans ce

contexte, l'introduction de la simulation permet de diminuer le nombre de cadavres nécessaire et donc de s'affranchir du travail lié à leur prise en charge par l'utilisation de modèles pour l'apprentissage de l'anatomie. La simulation permet aussi de palier la variabilité entre ces cadavres qui ne sont pas uniformisés et présentent des affections différentes. Enfin, les modèles apportent une solution à la menace pour la biosécurité représentée par certains cadavres.

L'apprentissage impliquant directement des patients soulève aussi des interrogations que ce soit dans le domaine de la santé humaine ou animale. En effet, en médecine humaine, les actes particulièrement sensibles comme la réalisation d'examens gynécologiques et ceux qui sont risqués pour le patient comme les intubations endotrachéales sont régulièrement au centre des débats [4]. L'apprentissage de ces gestes par simulation permet à l'étudiant de mieux maîtriser les techniques et donc de diminuer l'inconfort et le stress des patients et des étudiants lorsqu'ils seront amenés à pratiquer ces gestes. En parallèle en médecine vétérinaire, le bien-être animal est mieux pris en compte. L'apprentissage des gestes par simulation plutôt que sur un être vivant apparaît là aussi comme une solution pour diminuer le stress de l'animal et pour améliorer l'efficacité de la prise en charge.

La société attend également aujourd'hui que le diplôme autorisant les praticiens en santé humaine ou animale à exercer soit standardisé et reconnu par des organismes attestant de la qualité de la formation. Ainsi des accréditations ont été mises en place pour valoriser les niveaux de performance des établissements. Elles se basent sur des grilles de compétences [4]. Ces compétences englobent des aspects pratiques, théoriques, des notions de gestion, de communication et l'apprentissage de démarches de réflexion.

Par ailleurs, on observe des progrès techniques rapides dans l'établissement des diagnostics et la prise en charge des patients. Cela engendre une augmentation du nombre de compétences à maîtriser et les gestes techniques sont plus complexes. Ces progrès permettent également d'écourter les séjours des patients aux hôpitaux alors que le flux de patients augmente. Ainsi, il y a moins de patients disponibles pour l'apprentissage des étudiants et le temps de formation qui leur est alloué diminue [4]. Les étudiants doivent alors maîtriser plus de compétences mais le contexte hospitalier et les considérations éthiques évoquées plus haut diminuent largement leurs occasions de pratiquer pour acquérir ces compétences. La simulation offre alors

l'accès à des modèles standardisés et disponibles. Cela permet d'homogénéiser l'expérience pratique entre les étudiants et de les confronter à un plus grand nombre de situations dans le but d'acquérir toutes les compétences requises.

2. Evolution des méthodes pédagogiques

Lorsque l'on cherche à définir et désigner la manière de transmettre un savoir en 2018, on retrouve encore une multiplicité de termes. Ces stratégies sont appelées des méthodes mais aussi des modèles ou encore des situations pédagogiques. Il n'y a donc pas encore de consensus sur la dénomination de ces moyens mis en œuvre pour transmettre un savoir [5]. Cependant les différentes définitions se rassemblent autour de notions communes. Ainsi, Duguet et Morlaix (2018) [5] décrivent un triangle pédagogique comportant trois acteurs : les enseignants, les élèves et le savoir. La méthode pédagogique encadre la nature des interactions entre les trois piliers de ce triangle pédagogique, comme représenté sur le schéma de la figure 1 ci-dessous.

On a tendance à distinguer au sein de ces méthodes pédagogiques des méthodes dites « traditionnelles » et des méthodes dites « actives ».

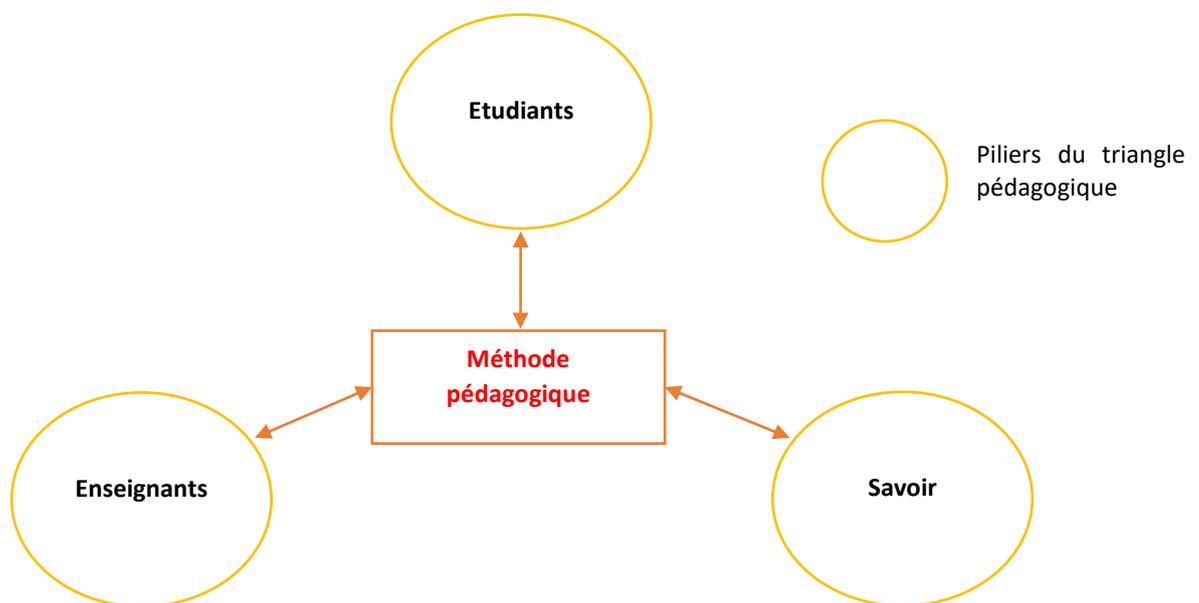


Figure 1 : Relations entre triangle pédagogique et méthode pédagogique

Les méthodes pédagogiques traditionnelles reposent sur un apprentissage passif pour l'étudiant. Elles s'illustrent par la méthode didactique et une méthode

reposant sur l'apprentissage dit « par cœur » [6] La méthode didactique consiste en un professeur donnant un cours magistral à ses étudiants. Il leur transmet directement les notions et concepts à retenir. Les étudiants jouent alors un rôle passif dans leur apprentissage. Cette méthode reste traditionnellement la plus utilisée dans le cursus vétérinaire pré-clinique. Ainsi, dans l'Université de l'Ohio, 70% des cours des étudiants vétérinaires des trois premières années reposent sur la méthode didactique [7]. Cependant, d'après Canfield en 2002, la méthode didactique représente une acquisition de connaissances superficielle pour les étudiants [8] alors que le fait de les faire dégager eux-mêmes les connaissances à partir d'activités et de bâtir leur propre savoir permet un apprentissage plus profond des notions [9]. De plus, il semblerait que la méthode didactique favorise un apprentissage à court terme. En effet, en 1973 déjà, Levine et Forman [10] montraient que plus d'un an après la réussite d'un examen de neurologie, 62% des étudiants ne disposaient plus des connaissances nécessaires pour réussir à nouveau cet examen. Les connaissances acquises en vue d'un examen via la méthode didactique sont donc oubliées rapidement après sa réussite. Or, les avancées médicales multiplient les informations à retenir et la consultation vétérinaire nécessite une restitution des notions dans un contexte précis. La méthode didactique pure ne semble alors plus la mieux adaptée à l'enseignement dans le cadre du cursus vétérinaire.

Ces méthodes traditionnelles sont de plus en plus souvent complétées par des méthodes pédagogiques reposant sur un apprentissage actif. L'étudiant est davantage impliqué et l'enseignant passe d'un rôle de transmetteur à un rôle d'accompagnateur [5]. Au niveau universitaire, ces méthodes sont principalement appliquées au cours des travaux dirigés et des travaux pratiques même si Duguet et Morlaix (2018) ont mis en évidence leur utilisation par certains professeurs en cours magistraux [5]. En effet, il y a une volonté ministérielle en France de former les enseignants-chercheurs à des nouvelles méthodes d'enseignement au cours de leur formation initiale et via une formation continue qui favorise l'intégration de méthodes d'apprentissage actif dans l'enseignement supérieur.

Les méthodes reposant sur un apprentissage actif peuvent prendre des formes diverses : jeux de rôles ou de plateau, vidéos, entretiens, mises en scène, environnement virtuel... Une des méthodes d'apprentissage actif ayant eu le plus de succès est l'apprentissage par résolution de problèmes ou *problem-based learning*

(PBL) en anglais. Cette méthode a émergé dans les années 1960, elle a d'abord été mise en place au Canada dans l'université McMaster puis en Europe dans l'université de Maastricht et en Australie dans l'université de Newcastle avant d'être plus largement diffusée [11]. Actuellement, la majorité des universités utilise des éléments qui en découlent. Avec le PBL, l'étudiant ou le groupe d'étudiants est confronté à un problème dont la résolution progressive va faire émerger les notions à maîtriser alors que dans les méthodes traditionnelles, l'étudiant dispose des notions qu'il a étudiées en cours magistral et qu'il va appliquer à un problème particulier. Dans la formation médicale, l'apprentissage par résolution de problèmes a tendance à être apprécié par les étudiants. De plus, cela leur permet de développer d'autres capacités puisqu'ils sont amenés à travailler en équipe, à communiquer et cette méthode les incite à se former par eux-mêmes, ce qui sera nécessaire au cours de leur carrière pour assurer leur formation continue [12]. Cependant, elle est plus complexe à mettre en place qu'une méthode traditionnelle, elle demande plus de temps à l'enseignant et plus d'investissement matériel.

Avec l'évolution des méthodes pédagogiques, l'étudiant devient acteur de sa formation. La simulation devient alors un outil intéressant puisqu'elle permet de créer des environnements et des scénarii avec plus ou moins de réalisme qui vont favoriser un apprentissage actif de l'étudiant.

3. Un développement précoce en médecine humaine

Le premier outil de simulation a été développé dans le domaine de l'aviation, il s'agit du simulateur de vol créé par Edwin Link en 1928 [13]. Il faudra ensuite attendre la deuxième moitié du XX^{ème} siècle pour que la simulation soit reconnue comme un outil pour la formation des étudiants en médecine humaine. Elle a dans un premier temps été particulièrement utilisée en anesthésie et réanimation en Amérique du Nord [14]. Par la suite, la simulation s'est répandue en Europe mais de manière assez inégale.

Le premier mannequin apparaît dans les années 1960. Surnommé Resusci Anne, il s'agit d'un mannequin permettant de s'entraîner à la réanimation cardio-pulmonaire [15]. Quelques années plus tard, le premier patient standardisé ou patient simulé est utilisé pour former des étudiants en neurologie [16]. Ce patient est en réalité un acteur qui a été formé pour simuler une maladie. Les étudiants peuvent alors interagir avec ce patient afin de s'entraîner à la prise en charge de cette maladie ou

dans le cadre de leurs évaluations. Par la suite, la simulation se diversifie pour venir s'appliquer à d'autres disciplines du domaine de la santé et des centres dédiés à la simulation se développent.

En France, la simulation en santé humaine est développée plus tardivement. En effet, le gouvernement promeut et finance son développement dans les années 2000. Des centres de simulation voient alors le jour dans les lieux dédiés à la formation ; c'est le cas du CHU de Nantes en 2004. La France rattrape alors son retard et l'année 2016 est marquée par l'inauguration du plus grand centre européen de simulation à visée pédagogique dans un bâtiment dédié d'une surface de 3 600 m² au CHU d'Amiens [17].

En médecine vétérinaire, l'apprentissage par simulation s'est développé dans un premier temps aux Etats Unis il y a une vingtaine d'années avant de s'étendre progressivement à l'Europe [17]. En France, il faudra attendre 2012 pour qu'Oniris mette en place une formation par simulation pour ses étudiants et 2015 pour l'ENVA (Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort) d'après le rapport du CGAAER (Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux) de 2017 [18]. Par la suite, VetAgro Sup a pu inaugurer la salle de simulation « Vetskill » au cours de l'année scolaire 2018-2019.

La simulation est donc devenue un incontournable dans la formation des étudiants du domaine de la santé. Après un développement précoce en médecine humaine, les organismes de formation en médecine vétérinaire intègrent également la simulation dans le cursus de leurs étudiants. Développée dans un premier temps à l'étranger, la France promeut aujourd'hui l'intégration de la simulation dans la formation de ses médecins depuis les années 2000 et de ses vétérinaires depuis les années 2010.

II. Intégration de la simulation dans la formation des étudiants du domaine de la santé

1. Classification des outils de simulation

D'après la Haute Autorité de Santé, la simulation en santé se définit comme « l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou 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 » [19].

D'après la description de Chiniara *et al.* en 2013, la simulation peut être envisagée selon quatre modalités [20]. La simulation d'une procédure, celle d'une immersion clinique, la simulation d'un patient ou encore la simulation basée sur l'usage d'outils informatiques. La simulation de procédure consiste à acquérir des compétences liées à la réalisation d'un geste technique et des procédures qui y sont associées. La simulation d'un patient permet de développer des compétences liées à la gestion d'un patient, à la mise en œuvre d'une démarche diagnostique et à la communication. La simulation d'une immersion en clinique est proche de la précédente à la différence que l'environnement joue un rôle important. La simulation peut alors se tenir dans un lieu de travail ou l'environnement peut être reproduit notamment à l'aide des outils numériques. Enfin, la simulation numérique fait interagir l'apprenant avec une interface informatique. En pratique, une même simulation fait souvent intervenir plusieurs de ces modalités pour atteindre au mieux l'objectif pédagogique fixé, ceci est illustré par la figure 2 ci-après.

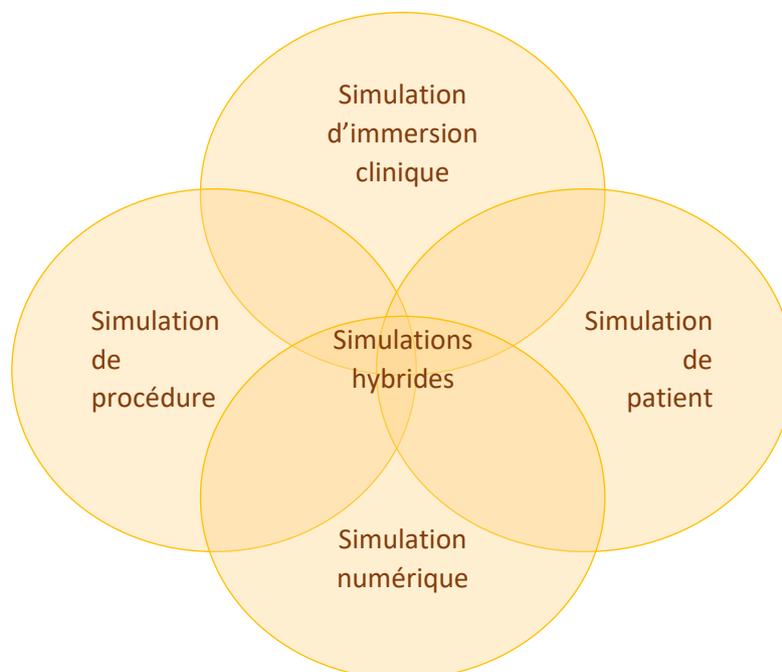


Figure 2 : Les différentes modalités de simulation (d'après Chiniara *et al.*, 2013)

Afin de créer les simulations, différents outils sont mis à disposition. On différencie parmi ces outils la simulation organique utilisant des ressources biologiques et la simulation synthétique faisant intervenir des mannequins représentant un corps entier ou des modèles ne représentant qu'une partie du corps avec plus ou moins de fidélité par rapport au réel. On retrouve également des acteurs jouant le rôle d'un patient standardisé ou simulé et enfin des simulations numériques faisant intervenir un simple écran d'ordinateur, des outils de réalité virtuelle voire un métavers.

2. Intérêt dans l'apprentissage des gestes techniques

Selon la classification décrite plus haut, l'apprentissage des gestes techniques correspond à une simulation de procédure. Elle fait intervenir des modèles organiques ou synthétiques [20]. Les modèles organiques peuvent être des cadavres ou des organes humains ou animaux dont la problématique a déjà été abordée. En pratique en 2011, on retrouvait une majorité de mannequins, suivie par des patients simulés et des modèles anatomiques partiels, les autres outils de simulation étant moins utilisés dans ce cadre [21].

L'acquisition de compétences techniques par simulation permet de diminuer l'anxiété des étudiants au cours de leur formation [22]. En effet, la simulation permet de créer un environnement d'apprentissage qui est immersif, sûr, contrôlé, répétable et standardisé [23]. C'est un environnement propice à l'expérimentation et à l'apprentissage qui garantit un droit à l'erreur aux étudiants [24].

La simulation permet également aux étudiants de se sentir plus confiants dans la réalisation des actes qu'ils ont appris [22][25]. Ainsi, pour les étudiants en pédiatrie de l'étude de Maleknia *et al.* (2023) [25], le fait de réaliser plusieurs fois un atelier permet d'améliorer leur assurance pour la majorité des actes. Seuls quatre ateliers n'ont pas permis d'améliorer l'assurance des étudiants. Les deux premiers sont la ventilation à l'aide d'un ballon d'insufflation avec masque et le massage cardiaque par compression thoracique. En effet, les étudiants montraient déjà une confiance en eux élevée pour la réalisation de ces deux gestes et cette confiance est restée haute et stable après la réalisation des ateliers. Les deux autres sont la défibrillation et l'intubation néonatale. Les étudiants présentaient pour ces deux manipulations une faible confiance en eux qui est également restée stable malgré leur pratique en atelier. Cette stabilité peut être expliquée par un manque d'explications sur le fonctionnement de certains ateliers. Des

encadrants ont donc été mobilisés pour fournir des explications supplémentaires. De plus, des confusions ont été observées entre les noms des ateliers, notamment entre l'atelier d'intubation néonatale et celui visant à libérer les voies respiratoires, ce qui limite l'interprétation des résultats concernant ces ateliers. Toutefois, aucun geste pratiqué par simulation n'a entraîné de baisse de la confiance en eux des étudiants. La simulation peut donc augmenter l'assurance des étudiants dans la réalisation d'une grande majorité de gestes techniques et ne présente aucun impact négatif sur leur confiance en eux.

En neurochirurgie, les étudiants ont gagné en précision (32,5% de plus selon Davids *et al.* en 2020 [26]) et en rapidité grâce aux modèles de simulation. Ces constats ont pu être vérifiés pour des modèles très variés allant des cadavres à la réalité virtuelle en passant par des modèles synthétiques. De même, en chirurgie cardiovasculaire on peut observer que les étudiants progressent plus vite et retiennent mieux les techniques qui leur sont présentées [27]. Cette étude a également pu mettre en évidence une différence significative au bloc opératoire avec de meilleurs résultats concernant la prise en charge de vrais patients.

L'étude de Cecilio – Fernandes *et al.* de 2018 montre également que l'apprentissage par simulation permet aux étudiants de tirer davantage de bénéfices de leurs rotations cliniques [28]. En effet, ils ont comparé des étudiants ayant simplement été formés à la réalisation de gestes techniques et ceux ayant bénéficié d'une activité de simulation introduisant un scénario autour de la réalisation de ces gestes techniques. Les étudiants n'ayant pas eu accès à la simulation ont tendance à avoir plus de mal à transférer la réalisation des actes à d'autres contextes tandis que ceux ayant eu accès à la simulation apprennent et retiennent plus de choses de leurs rotations cliniques.

Ainsi, en ce qui concerne l'apprentissage des gestes techniques, la simulation offre un cadre d'apprentissage agréable et sûr. De plus, elle permet aux étudiants du domaine de la santé d'être plus performants face à de vrais patients et de gagner en confiance en eux.

3. Développement de la simulation pour l'acquisition et la mise en pratique des connaissances

La simulation apporte un complément à l'apprentissage théorique traditionnel notamment à travers la mise en application des connaissances dans des contextes proches de la réalité en clinique. Cela passe par des jeux de rôles, des *serious games* (ou jeux sérieux) ou encore des cas cliniques à disposition des étudiants qu'ils soient en format papier ou en format numérique.

Les étudiants vétérinaires rapportent en effet des difficultés à mettre en pratique les connaissances qu'ils ont acquises en cours [29]. La simulation basée sur des cas cliniques les aide à organiser leurs connaissances afin de parvenir à un diagnostic dans un contexte donné. Cela leur permet également de faire preuve d'initiatives et de développer leur sens clinique [24]. De plus, la simulation permet de proposer une grande diversité de cas cliniques. Les étudiants peuvent choisir d'être confrontés à une plus grande variété de situations et donc de compléter leur expérience en clinique par des cas plus rares ou auxquels ils n'auraient pas eu l'opportunité d'être exposés. Cela rend leur formation plus exhaustive.

La simulation apporte l'avantage d'un retour rapide que ce soit au cours de l'activité ou immédiatement après sa fin. En effet, l'augmentation du nombre d'étudiants vétérinaires par classe complique le fait de dispenser des évaluations individuelles fréquentes [24]. Les étudiants mettent alors plus de temps à réaliser dans quels domaines ils présentent des lacunes. Dans ce contexte, le fait d'avoir un retour immédiat permet aux étudiants de cibler rapidement les sujets qui nécessitent un approfondissement.

Les étudiants apprécient également ces formats d'apprentissage. Déjà en 2008, Lane montrait que l'apprentissage par résolution de problèmes permettait d'obtenir une grande satisfaction de la part des étudiants vétérinaires [9]. Il est néanmoins important que les outils de simulation soient intuitifs pour garantir cette satisfaction et l'engagement des étudiants dans leur apprentissage [24].

En ce qui concerne la partie théorique, la simulation permet ainsi aux étudiants du domaine de la santé d'acquérir un sens clinique et de mieux mobiliser leurs connaissances dans un contexte donné. Elle leur permet d'apporter plus de diversité

à leur formation et facilite l'engagement des étudiants dans leur formation tout en garantissant une réelle satisfaction.

III. Apports des outils numériques et développement de la simulation virtuelle

1. Une facilité d'accès et de partage des ressources d'apprentissage

L'utilisation du numérique dans l'enseignement remonte aux années 1990. En 1996, le numérique est vu comme un outil qui permettra aux enseignants d'illustrer leurs cours de manière plus dynamique, de mettre en scène des expériences coûteuses, dangereuses ou longues et qui permettra aux étudiants d'être davantage acteurs de leur formation [30]. Par la suite, les outils numériques se sont effectivement largement répandus dans l'enseignement. Ainsi, depuis 2010 les articles concernant les outils digitaux se multiplient, ce qui signe un intérêt croissant pour la simulation digitale dans le domaine de la santé [31].

Actuellement, ils se retrouvent sous forme de modules de cours accessibles en ligne comme les MOOC (*Massive Open Online Course*), de *serious games* ou encore de simulations en réalité virtuelle. L'avantage des contenus digitaux est leur accessibilité. En effet, on retrouve des plateformes en ligne comme FUN (France Université Numérique) ou encore l'UNESS (Université Numérique En Santé et Sport) en France. Cette dernière est supervisée par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Elle permet aux étudiants et enseignants des filières de la santé et des sports de mettre en ligne et d'accéder à des applications à visée pédagogique ou d'évaluation. Ces plateformes permettent aussi des échanges entre structures universitaires. Ainsi, l'UNESS permet une mutualisation des ressources entre 43 universités françaises [32].

Ces plateformes imposent aux étudiants d'avoir accès facilement à des ordinateurs disposant d'un accès à internet. Or, d'après une étude de l'INSEE parue en 2021, 94% des ménages dont la personne de référence a entre 16 et 29 ans dispose d'un ordinateur à domicile [33]. Au sein d'un ménage comptant plusieurs personnes, la personne de référence est la personne active la plus âgée ayant un conjoint. A défaut de conjoint ou d'activité, il s'agira de la personne la plus âgée ayant un enfant [34].

L'accès à un ordinateur n'exclut donc qu'un faible pourcentage d'étudiants qui peuvent souvent disposer d'un accès à internet sur leur lieu de formation. De plus, des aides gouvernementales existent afin d'aider les ménages les plus modestes à équiper les enfants scolarisés et les étudiants.

Les outils numériques sont ainsi de plus en plus nombreux et on peut observer une volonté gouvernementale de faciliter leur intégration dans la formation des étudiants français. En effet, ce sont des outils facilement accessibles et qui permettent un meilleur partage des ressources entre étudiants et enseignants mais aussi entre universités.

2. Des outils adaptables pour l'apprenant comme pour le développeur

Nous avons pu voir plus haut l'importance de la simulation pour la mobilisation des connaissances notamment par le biais de cas cliniques ou de jeux de rôles. Les outils numériques permettent dans ce contexte d'offrir de réelles banques de cas cliniques accessibles à n'importe quel moment par les étudiants. Ces cas cliniques virtuels permettent une avancée dans la résolution du cas et une obtention progressive d'informations jugées réalistes par les étudiants [24]. Ils apprécient également de pouvoir rapidement accéder à une grande diversité de cas.

En plus de permettre aux étudiants de choisir les sujets qu'ils souhaitent approfondir quand ils sont disponibles pour apprendre, les patients virtuels représentent une méthode pédagogique efficace. En effet, en comparant les apports entre les méthodes traditionnelles ou les méthodes de pédagogie active faisant intervenir des outils non digitaux (comme les patients simulés) et les patients virtuels, Kononowicz *et al.* montrent en 2019 que les outils digitaux sont au moins aussi efficaces que les autres méthodes en termes d'apprentissage théorique [31]. De plus, cette même étude a montré que les simulations faisant intervenir des patients virtuels permettent de développer d'autres compétences comme le raisonnement clinique. Certaines mises en situations intègrent également la notion des coûts représentés par les examens complémentaires et les traitements afin de permettre aux étudiants vétérinaires de mettre en place des priorités liées au budget dans l'établissement d'un diagnostic [24].

La mise en commun des outils numériques permet une plus grande richesse en activités. Ainsi, l'établissement MINES ParisTech a développé l'application Topaze qui

permet facilement de créer de nouvelles activités à visée pédagogique. Le logiciel est gratuit, des mises à jour sont faites régulièrement et un guide de prise en main est disponible en ligne afin que les enseignants qui le souhaitent puissent développer des activités variées pour leurs étudiants. Cela laisse la possibilité de créer un grand nombre d'activités à partir du développement d'un seul logiciel [35].

La simulation digitale repose ainsi sur des outils qui sont facilement adaptables à différentes situations par l'enseignant pour cibler au mieux les besoins des étudiants. Cette adaptabilité permet de diversifier facilement les activités et ainsi d'offrir une formation plus riche et plus exhaustive aux étudiants.

3. Des supports attrayants favorisant l'engagement de l'apprenant

La notion d'engagement en pédagogie est définie par Bédard *et al.* en 2012 comme la capacité d'investir du temps et des efforts sur la durée du programme de formation [36]. D'après Parent en 2014, l'engagement peut être envisagé selon trois dimensions. On retrouve alors l'engagement affectif, comportemental et cognitif [37]. L'engagement affectif est le plus personnel, il est influencé par le bien-être de l'étudiant dans son environnement éducatif. L'engagement comportemental est composé d'une dimension plus sociale, il est influencé par la qualité des interactions que l'étudiant entretient avec les enseignants et avec les autres étudiants. Cet engagement prend également en compte l'investissement de l'étudiant dans les activités scolaires ou parascolaires. Enfin, l'engagement cognitif relève des stratégies d'apprentissage que l'étudiant met en œuvre. Parent décrit cet engagement comme « la volonté de faire des efforts ». L'engagement cognitif peut être favorisé lorsqu'il est demandé à l'étudiant de faire preuve de créativité, de trouver des solutions à un problème.

Ainsi, si la motivation pousse l'étudiant à commencer une formation, c'est l'engagement influencé par différents facteurs qui lui permet de poursuivre dans cette voie. Il est donc important lors de la conception d'activités de prêter une attention particulière à l'environnement créé et au rôle qui sera donné à l'étudiant afin de favoriser un engagement important de sa part dans sa formation.

Dans ce contexte, les outils numériques permettent de rendre la simulation utilisée dans un but pédagogique plus attrayante pour les étudiants du domaine de la santé. En effet, les patients virtuels et les banques de cas cliniques numériques sont appréciés des étudiants [24][31]. Dans le cas des banques de cas cliniques, les étudiants

soulignent particulièrement le fait que l'outil est intuitif à utiliser et qu'il leur permet de mieux s'engager dans l'apprentissage.

Pour rendre l'apprentissage toujours plus attrayant, les *serious games* ont émergé ces dernières années. Ce sont des jeux spécialement créés dans un but éducatif et basés sur un format digital [38]. Dans le domaine de la formation en santé humaine, ils ont pu prouver leur efficacité pour l'enseignement à court terme. En effet, la plupart des études reposent sur un test avant et/ou juste après l'activité mais évaluent rarement l'efficacité d'apprentissage sur le long terme. Les *serious games* permettent une grande immersion de l'étudiant dans l'activité, ce qui augmente son engagement [39]. Les éléments appréciés par les étudiants sont notamment l'interactivité, la compétitivité intégrée dans certains de ces jeux voire l'amusement [39]. Les *serious games* présentent également la possibilité pour les étudiants d'approfondir leurs connaissances sans réaliser qu'ils sont dans un processus d'apprentissage. En anglais, cela est nommé le *stealth learning*, Sharp le définit en 2012 comme un apprentissage inattendu [40].

La réalité virtuelle permet de créer des situations réalistes et donc une grande immersion des étudiants dans une simulation. Cette technologie est particulièrement développée en chirurgie. En effet, il s'agit d'un format apprécié par les étudiants, qui leur permet de développer leurs compétences et leur confiance en eux [41]. Ainsi, en comparant l'apport d'une vidéo expliquant une intervention chirurgicale et celui d'une simulation en réalité virtuelle de cette intervention, Lesch *et al.* démontrent en 2020 que les étudiants se sentent plus à l'aise pour retracer et expliquer le déroulement de l'intervention après une formation en réalité virtuelle [41].

Les outils digitaux les plus récents permettent donc de créer des simulations réalistes ou distrayantes pour les étudiants. Cela permet d'augmenter leur engagement dans leur formation et donc d'en tirer davantage de bénéfices. Les étudiants développent ainsi leurs compétences sans forcément avoir conscience de travailler et gagnent en confiance en eux.

DEUXIEME PARTIE : LES LIMITES DE LA SIMULATION VIRTUELLE

I. Un équilibre à respecter entre formation en présentiel et en autonomie

1. L'importance du retour sur une activité

Un des intérêts de la simulation est d'avoir une correction et un retour immédiats dès la fin de l'activité ou directement au cours de sa réalisation. Pour cela, une première solution est la présence d'un enseignant encadrant l'activité. Celui-ci est alors disponible pour résoudre les problèmes techniques des étudiants mais également pour répondre à leurs questions et leur fournir des explications sur les points plus complexes. Selon l'étude de Sawras *et al.* (2020), les étudiants vétérinaires utilisant des activités de résolution de cas cliniques virtuels apprécient en effet la disponibilité d'un enseignant pour répondre à leurs questions même si ce dernier n'a pas besoin d'intervenir de manière active dans la résolution de l'activité [29].

Seulement, la simulation et plus particulièrement la simulation virtuelle est souvent utilisée comme un outil d'apprentissage en autonomie pour les étudiants. En effet, les étudiants préfèrent mettre à profit la disponibilité des outils numériques pour apprendre chez eux. Ils estiment que leur apprentissage est plus efficace lorsqu'ils peuvent choisir de travailler depuis leur domicile et au moment où ils se sentent disponibles [29]. Cela implique de trouver une autre solution pour que l'étudiant puisse avoir un retour immédiat sur son activité. Une solution est alors d'anticiper les questions et les difficultés des étudiants afin de préparer des commentaires et une correction qui leur seront proposés au cours ou à la fin de l'activité. La difficulté réside dans le fait d'anticiper au mieux la diversité des interrogations des étudiants. En effet, les doutes ou erreurs qui seraient laissés en suspens sont à l'origine d'un sentiment de frustration ainsi que de lacunes [24].

Ainsi, même si le numérique permet à l'étudiant de choisir le moment et le lieu qui lui conviennent le mieux pour apprendre, il reste nécessaire qu'il obtienne un retour

sur l'activité qu'il effectue. Cela implique soit qu'un enseignant encadre l'activité, ce qui limite la liberté de l'étudiant soit que des corrections soient préparées à l'avance mais elles ne seront pas personnalisées pour chaque étudiant et peuvent laisser des lacunes. Une autre solution peut être la création de forums permettant des échanges entre étudiants et enseignants.

2. L'impact des formations en autonomie sur les étudiants

Il existe différentes modalités d'intégration du numérique au sein d'une méthode pédagogique. On observe ainsi des variations allant de la simple illustration d'un cours magistral à l'aide d'un diaporama ou de vidéos au module d'apprentissage en ligne sans aucune intervention en présentiel en passant par des schémas mixtes. Parmi ces derniers, on peut trouver des modules interactifs comme des quizz proposés au cours d'une présentation ou encore des ressources mises à disposition avant ou après le cours. Les ressources mises à disposition avant le cours permettent à l'étudiant d'acquérir des connaissances avant le cours et ainsi d'orienter la partie en présentiel sur des échanges plus attractifs où l'étudiant joue un rôle plus actif. Les ressources mises à disposition après le cours permettent une auto-évaluation ou un approfondissement des notions [42]. Ces outils numériques permettent ainsi d'intégrer facilement une dimension active voire interactive de l'enseignement. Seulement, le risque en développant un module d'apprentissage en ligne est de reproduire un modèle d'apprentissage passif et donc de renforcer les méthodes pédagogiques traditionnelles où le message est délivré à l'apprenant de manière passive mais sous un format numérique [42]. Il ne faut donc pas perdre de vue les objectifs qui sont de faire réfléchir l'étudiant, de favoriser les interactions et la collaboration en vue d'une résolution d'un problème. Dans le cas contraire, le risque est de diminuer l'engagement de l'étudiant, ce qui peut engendrer un abandon. Ainsi, seuls 10% des personnes suivant un MOOC arrivent au bout de la formation qu'ils ont pourtant choisie de suivre [42].

L'intégration toujours plus importante du numérique dans la pédagogie implique une augmentation du temps passé devant un écran. Or, une exposition excessive aux écrans augmente le stress et la fatigue oculaire. Cela favorise également l'apparition ou l'aggravation de troubles psychologiques et enfin augmente le risque de burn-out [43]. Les étudiants vétérinaires présentent des niveaux d'anxiété, de dépression et de burn-out particulièrement élevés [44]. Ainsi, selon l'étude de Killinger *et al.* menée dans

33 universités vétérinaires aux Etats Unis, 66% des étudiants montraient des signes légers à modérés de dépression [45]. A titre de comparaison citée dans cette étude, seulement 23% des étudiants en santé humaine montrent des signes similaires de dépression.

Ainsi, les étudiants vétérinaires sont une population particulièrement fragile sur le plan psychologique. Or, l'usage excessif des outils numériques a un impact important sur la santé physique et mentale des utilisateurs. Il est donc important de préserver un équilibre dans la formation des étudiants vétérinaires entre modules en présentiel faisant intervenir des outils numériques et formations en autonomie complète réalisées sur des écrans. De plus, ces outils numériques doivent intervenir dans le cadre d'un apprentissage actif et ne pas tomber dans l'écueil d'un apprentissage passif dispensé via un outil numérique afin d'éviter l'abandon des étudiants.

3. L'exemple des confinements et fermetures de 2020

L'épidémie de Covid-19 a entraîné une importante augmentation de l'utilisation des nouvelles technologies. En effet, les réunions et conférences en présentiel laissent place à des téléconférences. La demande pour les cours en ligne a aussi largement augmenté : en Avril 2020, les mots « free online courses » soit cours en ligne gratuits ont été recherché plus d'un million de fois [43]. Ces changements s'observent également dans le domaine de l'éducation. En effet, dans de nombreux pays les universités ne peuvent plus assurer les cours de leurs étudiants en présentiel. Certaines universités chinoises font alors le choix de repousser le semestre du printemps 2020 tandis que de nombreuses autres modifient leur fonctionnement pour proposer des cours en ligne à leurs étudiants sans retarder l'obtention de leur diplôme. Ainsi, l'Université de Cambridge proposait avant la rentrée de scolaire de 2020 une année 2020-2021 complètement virtuelle.

Dans un contexte de pandémie particulièrement anxiogène, le quotidien des étudiants est largement modifié avec un effondrement des activités sociales et sportives qui sont très importants pour leur santé mentale [44]. De plus, les examens sont annulés, reportés ou modifiés et les remises de diplômes annulées ou au mieux reportés [43]. A cela, s'ajoute l'usage quasi-exclusif du format numérique pour la continuité de la formation. Or, nous avons vu plus haut l'impact que peut avoir une exposition excessive aux écrans sur la santé physique et mentale des étudiants. Ainsi,

Mheidly *et al.* proposent dès fin 2020 une liste de recommandations visant à diminuer l'impact physique et psychologique de l'apprentissage en ligne [43]. Cela passe notamment par une augmentation de la fréquence des pauses, une amélioration de la communication autour du burn-out lié à l'utilisation excessive des écrans, la promotion d'exercices de respiration ou de méditation ou encore la création de groupes de discussion afin que chacun puisse s'exprimer et recevoir une aide adaptée.

II. Un développement récent, rapide et d'origines multiples

1. Un développement récent

La mise en place d'une simulation virtuelle requiert du matériel informatique récent, la formation du personnel qui sera amené à l'utiliser et du temps pour créer chaque scénario. Dans l'exemple des cas cliniques vétérinaires virtuels étudiés par Byron *et al.* [24], le seul téléchargement d'un scénario peut nécessiter jusqu'à 18 heures. Des plateformes plus efficaces sont développées mais elles représentent des coûts élevés, ce qui les rend difficilement accessibles dans le cadre de la formation d'étudiants vétérinaires. La programmation d'un cas clinique quant à elle représente 8 à 10 heures de travail pour quelqu'un utilisant et surtout maîtrisant bien Articulate Storyline 2 selon Sawras *et al.* (2020) [29]. Articulate Storyline 2 est un logiciel permettant la création de modules d'e-learning utilisé pour créer les cas cliniques virtuels présentés dans cet article. La vitesse de programmation dépend également des compétences techniques de la personne réalisant l'activité. Ainsi, la mise en place d'une activité de simulation virtuelle comme des cas cliniques virtuels nécessite un investissement pour l'achat du logiciel et la formation des enseignants. Avec le temps, ces coûts sont amoindris puisque de nouveaux scénarii sont créés progressivement en utilisant le même logiciel. Le temps nécessaire pour la programmation d'une activité diminue également avec l'augmentation de la maîtrise des logiciels par les enseignants en charge de la création des activités.

Les simulations virtuelles existent dans le domaine de la santé humaine depuis plus longtemps, elles pourraient donc servir d'inspiration pour la création de simulations vétérinaires. Seulement, de très nombreuses adaptations sont nécessaires afin qu'elles soient exploitables. En effet, il faut alors intégrer des notions

comme la diversité d'espèces, la médecine des troupeaux ou encore l'aspect financier des examens complémentaires et traitements [24]. En effet, le fait que l'aspect financier soit intégré au sein d'une activité est apprécié par les étudiants et ils signalent son absence dans les activités ne l'ayant pas intégré [24][29]. Il est donc difficile d'adapter les plateformes existant en médecine humaine et un travail conséquent est nécessaire soit pour effectuer les nombreux changements à partir des simulations existantes soit pour créer de nouvelles plateformes mieux adaptées à la formation des étudiants vétérinaires.

La simulation virtuelle peut présenter des problèmes de prise en main pour les étudiants. Or, les étudiants qui se heurtent à des problèmes techniques perdent le côté immersif de l'activité de simulation et peuvent se décourager. On observe donc une baisse de l'engagement liée à des problèmes techniques alors qu'un des objectifs de la simulation virtuelle est d'être réaliste afin de favoriser l'immersion et l'engagement de l'étudiant [29]. Ainsi, d'après Xie (2015), si les supports audiovisuels sont appréciés pour l'apprentissage des étudiants en médecine, les vidéos sont plus répandues que les simulations en raison du coût représenté par l'élaboration des activités de simulation et des difficultés de prise en main rencontrées par les étudiants [6]. De même, l'usage de la réalité virtuelle, apprécié par les étudiants en médecine et notamment en chirurgie pose de nombreux problèmes techniques. Ainsi, dans l'étude de Lesch *et al.* en 2020 près de la moitié des étudiants ont rencontré des problèmes au cours de l'utilisation du module de simulation en réalité virtuelle dans l'apprentissage de gestes chirurgicaux [41].

Ces technologies récentes sont donc prometteuses mais des ajustements sont encore nécessaires pour limiter les problèmes techniques qui entraînent une baisse de l'immersion des étudiants dans les activités et donc une baisse de l'engagement. De même, le développement des outils informatiques et des logiciels est nécessaire afin d'optimiser le temps de programmation et de téléchargement des activités. L'optimisation des outils numériques pourra aussi permettre de faciliter la programmation des activités et donc diminuer les temps de formation des enseignants nécessaire pour la prise en main d'un logiciel ou d'une technologie

2. Des origines multiples et une absence d'uniformisation

Les activités de simulation virtuelle ont connu un développement rapide et les projets se multiplient dans les universités de monde entier. Cela se traduit par la publication de nombreux articles provenant des universités mettant en place ces activités. Ainsi, si on analyse les publications concernant les jeux sérieux, on peut noter que 14 articles ont été publiés entre 1996 et 2006, on en trouve 77 entre 2007 et 2012 et enfin 159 entre 2013 et 2017 [39]. De nombreux points communs semblent émerger de ces articles quant à l'intérêt d'employer ces jeux sérieux dans l'enseignement aux étudiants dans le domaine de la santé. Seulement la plupart des publications font intervenir des cohortes de petite taille et représentent finalement un niveau de preuve moyen quant à leur efficacité. De plus, on peut déplorer l'absence d'uniformisation pour l'évaluation de ces différents jeux. Ainsi, la mise en place de grilles de compétences ou de grilles d'évaluation pourrait permettre de pallier la petite taille des cohortes. On obtiendrait alors une meilleure vision globale et une évaluation plus objective de l'efficacité et des apports de la simulation virtuelle dans l'enseignement.

De plus, dans la littérature évaluant l'apport des simulations virtuelles, les comparaisons sont souvent faites entre des supports très différents les uns des autres. Ainsi, en prenant l'exemple de l'évaluation des patients virtuels, ces derniers sont comparés à des cas cliniques en format papier ou encore à des patients simulés [31]. On n'observe pas de comparaisons entre deux simulateurs de patients virtuels ou entre un patient virtuel et une autre simulation numérique. Il pourrait donc être enrichissant de comparer les apports de différentes activités de simulation numérique similaires ou non. Cela permettrait d'évaluer quel format d'activité numérique convient le mieux à la formation des étudiants du domaine de la santé et quels sont les apports spécifiques de chaque activité.

Ainsi, depuis quelques années une grande multiplicité de projets de simulation virtuelle voit le jour et est employée dans la formation des étudiants vétérinaires et des étudiants du domaine de la santé humaine. Seulement, la majorité des études concernant ces simulations virtuelles ne peuvent pas apporter de preuves solides de leur efficacité. Des grilles de compétences et d'évaluation seraient utiles pour donner plus de poids à l'analyse de leur efficacité. De plus, cela permettrait de comparer les

différents formats entre eux et d'identifier au mieux quelles activités conviennent aux étudiants du domaine de la santé.

3. D'importantes inégalités de formation et de disponibilité

Les activités de simulation virtuelle et plus largement les modules faisant intervenir des outils numériques opérationnels ne sont pas encore répartis de manière uniforme entre les universités. Ainsi, la crise de la Covid-19 a permis de mettre en évidence de nombreuses lacunes. En effet, la situation a forcé de nombreux établissements à effectuer une transition brutale vers l'utilisation des outils numériques. Ainsi en Allemagne, les enseignants et les étudiants n'ont pu bénéficier d'adresse électronique et de plateformes numérisées que tardivement [43]. Ils ont fait face à des problèmes d'accès en ligne aux bibliothèques et donc aux ressources et à des limites en termes de nombre de participants simultanés aux cours dispensés en téléconférence. Outre les inégalités techniques, on retrouve aussi des limites en termes d'accès à la formation pour les enseignants. Ainsi, en France, les formations à destination des enseignants pour favoriser l'intégration des outils numériques dans leurs méthodes pédagogiques restent rares et difficiles à trouver [42].

Enfin, les retours des étudiants sur les différentes activités de simulation virtuelle présentent parfois des disparités étonnantes. Ainsi, la grande majorité des articles montrent un gain de confiance en soi chez les étudiants ayant utilisé des simulations virtuelles de patients. Pourtant, une des études montre une diminution de la confiance en soi à l'issue de la formation via la simulation virtuelle [31]. Ce résultat interroge et pousse à prendre en considération le contexte de mise en place et de réalisation de l'activité qui diffère selon les établissements. Ainsi, il serait intéressant de confronter aux retours de ces activités de simulation numérique le budget alloué par l'établissement, la disponibilité et la formation du personnel mais également les conditions dans lesquelles se déroulent l'activité : que ce soit au sein de l'établissement, sur des créneaux réservés ou sur le temps libre de l'étudiant à son domicile.

Ainsi, le contexte de réalisation de l'activité, le niveau d'équipement des universités et la formation des enseignants encadrant ces activités de simulation numérique sont autant de facteurs ayant un impact sur leur efficacité en tant qu'outil pédagogique et sur le ressenti des étudiants.

Cette étude bibliographique permet de mettre en évidence l'intérêt des outils de simulation et notamment de la simulation numérique dans la formation des étudiants en santé humaine et animale mais également les écueils à éviter et les points nécessitant des améliorations.

Ainsi, l'évolution des attentes sociétales, des attentes des étudiants et des méthodes pédagogiques sont à l'origine du développement de la simulation pour la formation des étudiants en santé humaine et animale. En effet, la simulation permet de répondre aux interrogations éthiques concernant l'utilisation de cadavres ou l'apprentissage de gestes sur des patients. De plus, elle s'inscrit dans un changement des méthodes d'apprentissage : l'étudiant ne joue plus un rôle passif dans sa formation mais bien un rôle actif. Cela passe par des activités de résolution de problèmes ou de recherches d'informations seul ou en groupe. Dans ce contexte, la simulation permet de mettre en place des scénarii impliquant l'étudiant dans une situation plus ou moins réaliste et donc de favoriser son engagement dans sa formation.

En ce qui concerne l'apprentissage de gestes techniques, la simulation permet aux étudiants de gagner en précision et en vitesse d'exécution. Ceci est notamment utile pour la formation des étudiants à la chirurgie ou à des gestes techniques comme les prises de sang ou les sondages urinaires ; ces deux techniques étant disponibles sous formes de modèles de simulation dans la salle « Vetskill » de VetAgro Sup. La simulation permet également aux étudiants d'apprendre et surtout de mobiliser leurs connaissances dans un contexte précis par le biais de cas cliniques en format papier ou de patients simulés et plus récemment par la réalisation de cas cliniques en ligne faisant intervenir des patients virtuels. Ces simulations numériques permettent d'améliorer la confiance en eux des étudiants, de développer leurs capacités de communication et prennent en charge de nouvelles informations comme la notion des coûts associés à une prise en charge vétérinaire, ce qui permet une meilleure préparation des étudiants à la réalité des consultations. Elles permettent également de diversifier les expériences des étudiants en les exposant à des situations auxquelles ils n'auraient pas été confrontés au cours de leur apprentissage en clinique. Les outils numériques apportent également de nouvelles possibilités pour la formation aux techniques chirurgicales notamment via les simulations en réalité virtuelle. Les simulations faisant intervenir des outils virtuels permettent une meilleure immersion de l'étudiant dans l'activité qu'il réalise, ce qui favorise l'engagement de l'étudiant dans le

processus d'apprentissage. La simulation numérique permet également une plus grande liberté concernant le contexte d'apprentissage : les étudiants peuvent réaliser certaines activités en ligne quand et où ils le souhaitent. De plus, les plateformes en ligne favorisent les échanges entre universités et l'accès aux ressources à distance.

Seulement, il ne faut pas négliger l'encadrement de ces activités en ligne à distance. En effet, les étudiants ont besoin de retours sur les activités qu'ils réalisent et il est donc important de prévoir des commentaires en temps réel ou des temps d'échange avec des enseignants ou via des forums dédiés. Si des problèmes techniques persistent ou que des questions ne trouvent pas de réponses, les étudiants peuvent ressentir de la frustration. Cela diminue le sentiment d'immersion dans l'activité et par conséquent l'engagement de l'étudiant diminue également. De même, si la simulation numérique favorise un apprentissage actif via des outils interactifs, il est important de les utiliser à cet effet et de ne pas en faire des outils qui transmettraient des informations de manière passive. Lorsque cela se produit, le risque est qu'un grand nombre d'étudiants abandonnent ces cours avant leur fin. Pour cela, il est nécessaire que les enseignants aient accès à des formations et à des plateformes performantes pour créer plus facilement des outils ludiques, agréables et simples à utiliser pour les étudiants.

Malgré les différents avantages portés par l'utilisation des outils numériques dans l'apprentissage par simulation des étudiants en santé humaine et vétérinaire, il apparaît important de conserver un équilibre entre formations en ligne et formations en présentiel. En effet, une exposition excessive aux écrans favorise le stress et les burn-out. Ceci est particulièrement important pour les étudiants vétérinaires, qui constituent une population fragile sur le plan psychologique. Ainsi, l'usage quasi-exclusif des nouvelles technologies dans le contexte anxiogène de la crise de la Covid-19 a nécessité la mise en place de nouvelles recommandations et de suivis particuliers.

Enfin, l'évaluation de l'efficacité des différentes modalités de simulation virtuelle paraît compliquée en l'absence d'uniformisation de grilles d'évaluation et de compétences. Cependant, il semblerait que les étudiants apprécient ce mode d'apprentissage et qu'il soit bénéfique pour l'apprentissage pratique, théorique mais également pour développer d'autres compétences comme la communication. Une comparaison entre les outils virtuels (patient virtuel, réalité virtuelle, jeux sérieux ou

encore métavers en pleine émergence) pourrait permettre de voir les avantages et inconvénients de chacune de ces technologies dans l'enseignement aux étudiants vétérinaires ou aux étudiants en santé humaine. Pour l'heure, le développement rapide d'activités provenant de sources multiples permet d'avoir une grande diversité de travaux et de retours provenant des étudiants. Par la suite, il serait probablement nécessaire de prendre du recul pour évaluer les conditions de mise en place des modules de simulation virtuelle dans les différents établissements et les apports ou inconvénients spécifiques de chacun afin de parfaire les activités existantes.

TROISIEME PARTIE : ELABORATION D'UNE SIMULATION VIRTUELLE DE CONSULTATION PERMETTANT LA MISE EN PRATIQUE DE LA DEMARCHE D'ANALYSE DE RISQUE

I. Matériel et méthodes

1. Conception de l'activité

a) L'enseignement de la médecine préventive à VetAgro Sup

La première rotation clinique de médecine préventive à VetAgro Sup est réalisée en troisième année ou A3. Cette rotation constitue avec la semaine d'intégration en clinique l'un des premiers contacts des étudiants avec les rotations cliniques de l'école et le fonctionnement du CHUVAC (Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire, clinique des Animaux de Compagnie). Plusieurs niveaux d'étudiants se côtoient simultanément en médecine préventive. L'objectif pédagogique en A3 est essentiellement de mettre en application les principes de biosécurité élémentaires en clinique vétérinaire et d'aider les autres étudiants en réalisant des contentions par exemple. Pour les étudiants en quatrième année ou A4 l'objectif est de maîtriser les protocoles de vaccination courants, la réglementation liée à la gestion de risque rage en France et les risques liés aux parasites externes. En pratique, ils réalisent également des actes techniques dits « simples », ils peuvent également assister les étudiants en cinquième année ou A5 dans les cas plus complexes. Le niveau d'étudiants le plus expérimenté est constitué par les A5. Ils ont la charge du bon déroulement d'une consultation et d'en maîtriser tous les aspects, de l'accueil des propriétaires à la rédaction des ordonnances. Les différents niveaux d'étudiants sont sous la supervision d'enseignants (enseignants-chercheurs ou praticiens hospitaliers). Ils conseillent et supervisent les étudiants. L'enseignant valide l'ensemble des étapes réalisées par les étudiants et vérifie la mise en application des connaissances, conformément aux enseignements théoriques et pratiques dispensés à VetAgro Sup et susceptibles d'intervenir en médecine préventive (Vaccinologie, parasitologie, pathologie infectieuse, reproduction etc.). Ce fonctionnement permet aux étudiants d'apprendre en semi-autonomie dans un bâtiment dédié à la médecine préventive.

Il y a habituellement deux enseignants présents pour encadrer les étudiants. On retrouve en parallèle 10 étudiants en A5, 5 étudiants en A4 et 2 à 4 étudiants en A3. Les rotations étant effectuées sur des matinées de 3h30, cela représente un ratio de 22 à 24 minutes de temps d'encadrant par étudiant par jour.

Les rotations en médecine préventive se limitent à la prise en charge du chat et du chien. Elles ont aussi pour objectif que les étudiants se familiarisent avec la conduite d'une consultation. La consultation de médecine préventive fournit pour cela un cadre serein car l'animal est en bonne santé. Cette consultation nécessite de bonnes capacités de communications, il faut prodiguer de nombreux conseils, répondre aux questions du propriétaire et savoir trouver les informations nécessaires pour élaborer un plan de prévention adapté aux besoins de l'animal. Cela peut prendre du temps, il est donc nécessaire que l'étudiant intègre la notion de gestion du temps à la consultation qu'il a prise en charge. Un autre objectif de ces rotations est l'acquisition de compétences théoriques et pratiques concernant la vaccination, la prévention des parasitoses et l'identification en respectant un cadre réglementaire.

Ces objectifs généraux se traduisent par des compétences dont l'étudiant doit faire preuve au cours de sa rotation de médecine préventive. Ces compétences sont articulées en cinq grandes catégories que l'on retrouve dans le descriptif de la rotation de médecine préventive et dans les carnets mis à disposition des étudiants sous la forme du tableau présenté en annexe I.

Afin de préparer leur rotation en médecine préventive, les étudiants ont également accès à des carnets contenant des informations théoriques, des conseils pratiques et la description de techniques simples. Les différents carnets contiennent des informations adaptées au niveau ciblé et au rôle qui est confié à l'étudiant en médecine préventive. Ainsi, pour les étudiants en A3, les carnets reprennent les principes de base d'hygiène, de contention ou encore les réponses à des questions courantes alors que pour les A4, ces carnets contiennent des informations sur les vaccinations courantes du chien, du chat, les parasitoses externes, les zoonoses, la rage, l'identification ou encore la communication.

b) Intégration de l'activité dans les objectifs de la médecine préventive

En médecine préventive, les étudiants doivent mettre en œuvre une démarche d'analyse de risque afin de conseiller chaque propriétaire en fonction de la situation de son animal. Seulement, ils disposent de nombreuses connaissances théoriques et il s'agit d'une démarche qu'ils n'auront jamais mise en pratique en autonomie auparavant. Nous avons donc décidé de développer une activité permettant aux étudiants de s'entraîner à la mise en place de la démarche d'analyse de risque dans un contexte précis avant de l'utiliser face à des propriétaires en médecine préventive. L'activité développée devait donc représenter un entraînement dans un environnement où les étudiants ont le droit à l'erreur, où ils ne subissent ni la pression des propriétaires d'animaux ni celle de l'évaluation de leurs compétences. De plus, les étudiants auraient l'occasion d'échanger avec les enseignants avant la rotation, ce qui permet d'augmenter le ratio de temps d'enseignant par étudiant dans le cadre de la médecine préventive. L'activité constituerait ainsi une transition plus douce entre la théorie et l'activité clinique et permettrait de combler l'écart entre les connaissances théoriques et la mise en pratique d'une démarche.

Pour établir une démarche d'analyse de risque, il est nécessaire de recueillir des informations ciblées sur le contexte de vie de l'animal. Ainsi, l'activité devait permettre à l'étudiant de développer ses compétences en communication en l'entraînant à recueillir toutes les informations liées à la situation dans laquelle il se trouve. De plus, la discussion avec le propriétaire joue un rôle important dans la gestion du temps d'une consultation, l'activité devait donc intégrer une notion de choix et de hiérarchie des informations afin que l'étudiant s'entraîne à sélectionner les points clés d'une discussion et donc à gérer son temps. Cela nous permettait ainsi de cibler la compétence 1.1 des compétences listées en annexe I en plus de la démarche d'analyse de risque.

Nous avons fait le choix d'aborder la méthode d'analyse de risque en utilisant une pédagogie ouverte. C'est-à-dire que les objectifs sont clairement annoncés à l'étudiant. Au cours de l'activité, nous avons expliqué chaque étape de l'analyse de risque. Ainsi, l'apprenant est conscient de ce qu'il réalise et pourra reproduire la même

démarche, étape par étape en consultation au cours de sa rotation de médecine préventive.

2. Choix des outils

Pour réaliser une activité permettant à l'étudiant de comprendre et mettre en œuvre une démarche d'analyse de risque, nous avons décidé de créer une simulation virtuelle de consultation. En effet, cela permet de reproduire le cadre de la médecine préventive en respectant la chronologie d'une consultation et donc de s'approcher au mieux des conditions dans lesquelles l'étudiant sera en médecine préventive. Il nous fallait alors trouver un outil interactif afin que l'étudiant puisse faire ses propres choix. Il fallait également que cet outil nous permette d'intégrer une arborescence de possibilités pour que les choix de l'étudiant entraînent des répercussions sur la suite de l'activité et donc sur la mise en place de son plan de prévention.

Un autre point important dans le choix du logiciel est la possibilité d'intégrer des exercices ludiques. Ainsi, nous avons besoin d'un logiciel permettant d'intégrer des questions à choix multiples avec des illustrations, des activités de classification d'étiquettes sur un mode « tirer-glisser » ou encore des questions avec des réponses ouvertes.

Pour répondre à un nombre maximal de nos exigences en limitant les coûts associés à la création de l'activité, nous avons choisi d'utiliser le logiciel Topaze. Il fait partie des logiciels Scenari, ce sont des logiciels libres et gratuits français qui permettent de créer du contenu, de le publier et de le diffuser. Scenari a été créé en 1999 à l'Université technologique de Compiègne afin de créer des modules de cours en ligne ou *e-learning*. En 2013, l'Association Scenari a été créée ; elle regroupe actuellement une communauté d'utilisateurs qui échangent des conseils pour faciliter l'utilisation de cette famille de logiciels et peuvent proposer des améliorations. L'entreprise Kelis garde toutefois la maîtrise technologique des composants de Scenari.

La particularité de Topaze est la possibilité de mettre en place différents itinéraires dans la structure d'un module d'apprentissage. Ainsi, le déroulement d'une activité ne suit pas un modèle linéaire classique mais est plutôt représenté par une arborescence de chemins. Un exemple de structure est présenté par la figure 3, qui représente le plan graphique de l'activité « Parcours ludique » proposée au cours des

formations de prise en main du logiciel Topaze et accessible en ligne à l'adresse <https://doc.scenari.software/Topaze/fr/> en collaboration avec l'Université de Lille.

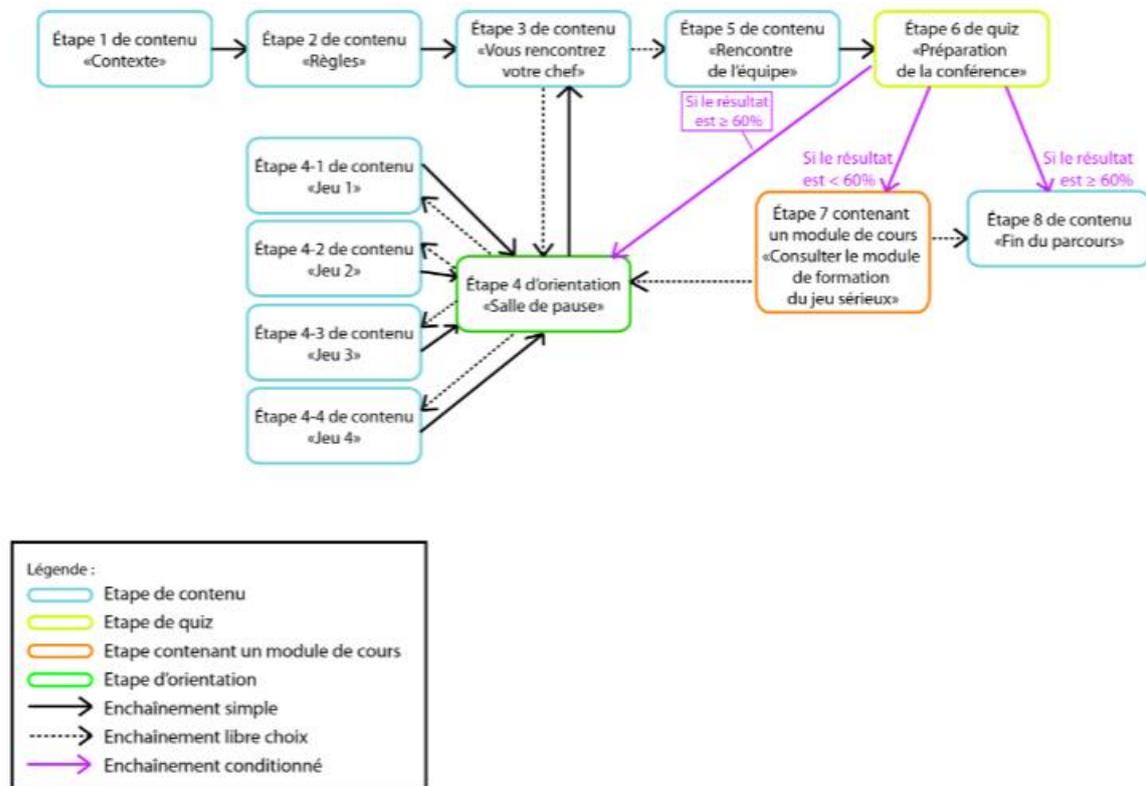


Figure 3 : Plan graphique de l'activité « Parcours ludique » (Source : doc.scenari.fr/Topaze)

Il est donc possible de personnaliser les parcours selon le niveau de l'étudiant et selon le thème étudié afin de respecter au mieux son rythme d'apprentissage. De plus, un système de filtres permet de gérer plusieurs versions à partir d'un même module, il est donc facile d'enrichir une banque d'activité.

Un autre avantage de Topaze est son accessibilité. En effet, ce logiciel rend possible la création d'activités interactives sans connaissances poussées en programmation et notamment sans maîtriser le langage HTML. De plus, des activités servant d'exemple sont mises à disposition gratuitement en ligne pour faciliter la prise en main du logiciel. Des formations sont également organisées à cet effet et des forums actifs permettent d'échanger avec les autres utilisateurs en cas

d'incompréhension ou de problème technique. Enfin, Topaze permet de créer une structure XML compatible avec les plateformes de formation et avec les différents navigateurs. Il s'agit d'une structure pérenne qui conserve sa compatibilité malgré les évolutions et les mises à jour des supports de diffusion.

Tous les logiciels Scenari sont accessibles gratuitement sans restriction sur le site *scenari.org*. La documentation concernant la prise en main ainsi que les forums y sont également disponibles. On peut actuellement télécharger le logiciel Topaze sous la forme Topaze 4.0.6 compatible avec Windows, MacOSX et Linux. Des extensions sont également disponibles mais elles n'étaient pas nécessaires pour la création de notre activité. La version que nous avons utilisée est Topaze 1.7, les versions plus récentes ayant été développées après la mise en fonction de notre activité.

Après avoir installé le logiciel et ouvert l'application, l'utilisateur peut choisir de travailler directement dans l'application ou d'ouvrir une fenêtre de navigateur sur la page d'accueil de l'application présentée par la figure 4.

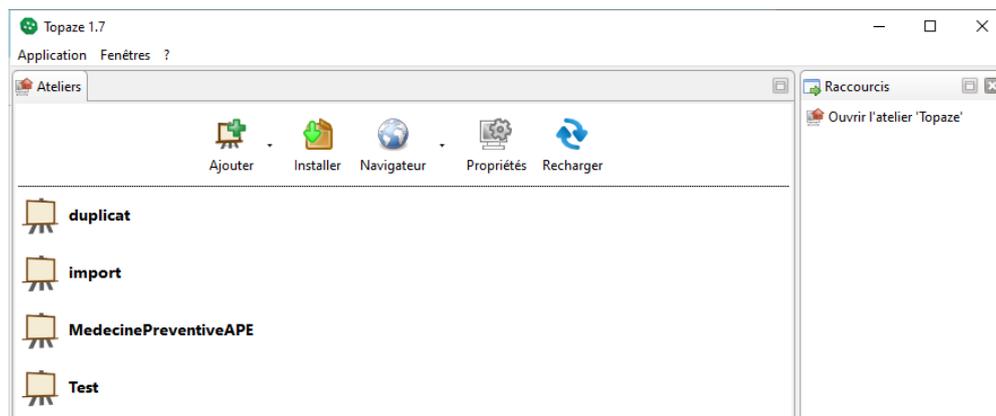


Figure 4 : Page d'accueil de l'application Topaze 1.7

Les deux options présentent les mêmes fonctionnalités de création avec un design légèrement différent. Une fois que l'utilisateur a choisi avec quelle option travailler, il peut choisir de modifier un atelier ou d'en créer un nouveau soit à partir d'archives soit en le créant à partir d'un atelier vierge. Pour modifier un atelier existant, il suffit de le sélectionner et pour créer une activité il faut choisir « ajouter » puis « créer un atelier ».

La fenêtre « création d'un atelier » représentée par la figure 5 apparaît alors.

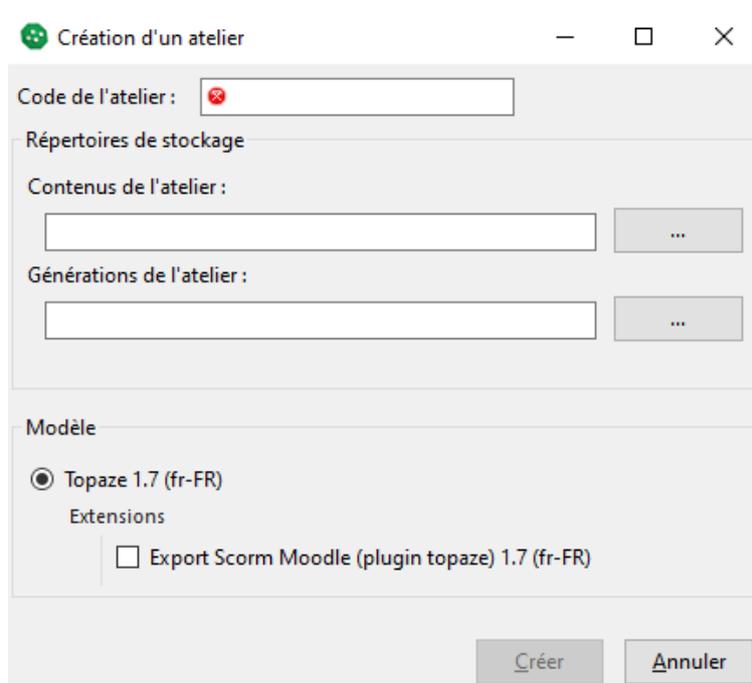


Figure 5 : Fenêtre de création d'un atelier

Il faut inscrire le nom de l'activité dans la ligne « code de l'atelier ». Les répertoires de stockages sont créés automatiquement et peuvent être personnalisés si l'utilisateur souhaite que le stockage de l'activité soit fait en un espace particulier de son ordinateur. Il est nécessaire de sélectionner la case « Export Scorm Moodle » afin que le partage de l'activité soit possible par la suite.

Au sein d'un atelier, il est possible de créer des espaces et des items. Les espaces peuvent contenir différents items et permettent de les classer. Il existe plusieurs types d'items. Ceux que nous avons utilisé pour l'activité sont des étapes d'accueil, de contenu, de quiz, de quiz partiel et d'orientation. Lorsqu'un item est créé, une fenêtre s'ouvre sur la droite. Celle-ci permet de modifier le contenu de l'item sélectionné. Les autres items restent accessibles depuis l'explorateur présent sur la gauche de l'écran, cela est représenté sur la figure 6.

La première étape est une étape d'accueil. Elle est également présentée par la figure 6. Afin de la personnaliser, il est nécessaire de compléter les différentes lignes proposées. Cela permet de créer un titre et de faire apparaître des consignes ou des explications. Un compte à rebours peut également être mis en place pour chaque étape. La sauvegarde de chaque modification est possible en sélectionnant le motif de disquette en haut à gauche de la fenêtre de modification de l'étape. Il est enfin possible de visualiser ce que verra l'étudiant utilisant l'activité en sélectionnant l'onglet « aperçu ». L'aperçu ne présente que les informations ayant été sauvegardées.

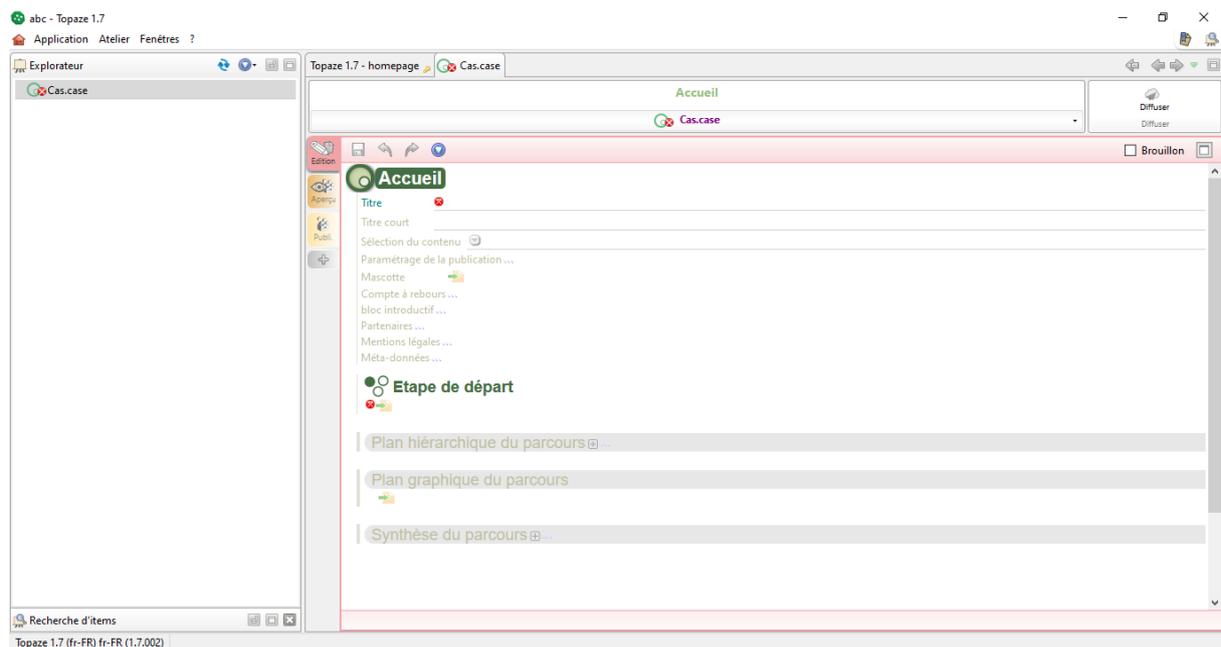


Figure 6 : Etape d'accueil

Afin de terminer une étape, il est nécessaire de créer la prochaine et de faire glisser l'étape suivante sur la partie nommée « Etape de départ » dans le cas de l'étape d'accueil ou « Etape suivante » pour toutes les autres étapes.

L'enchaînement entre les étapes peut être « simple », « libre choix », « conditionné », « par quiz à choix unique » ou « par quiz à choix multiple ». Pour l'étudiant utilisant l'activité, le passage à l'étape suivante apparaît comme un item à sélectionner sur la droite de son écran. Par défaut, il s'agit du titre donné à l'étape suivante accompagné d'une flèche, comme représenté sur la figure 7. Une transition peut également être ajoutée. Sous la forme d'un texte, la transition s'ajoute au titre

déjà présent. Sous la forme d'une image, la transition peut s'ajouter ou se substituer au titre de l'étape suivante. Ainsi, sur la figure 7, le dernier choix est représenté par un encadré sous forme d'image qui a été ajouté afin de séparer ce choix des autres et rendre la navigation plus simple.

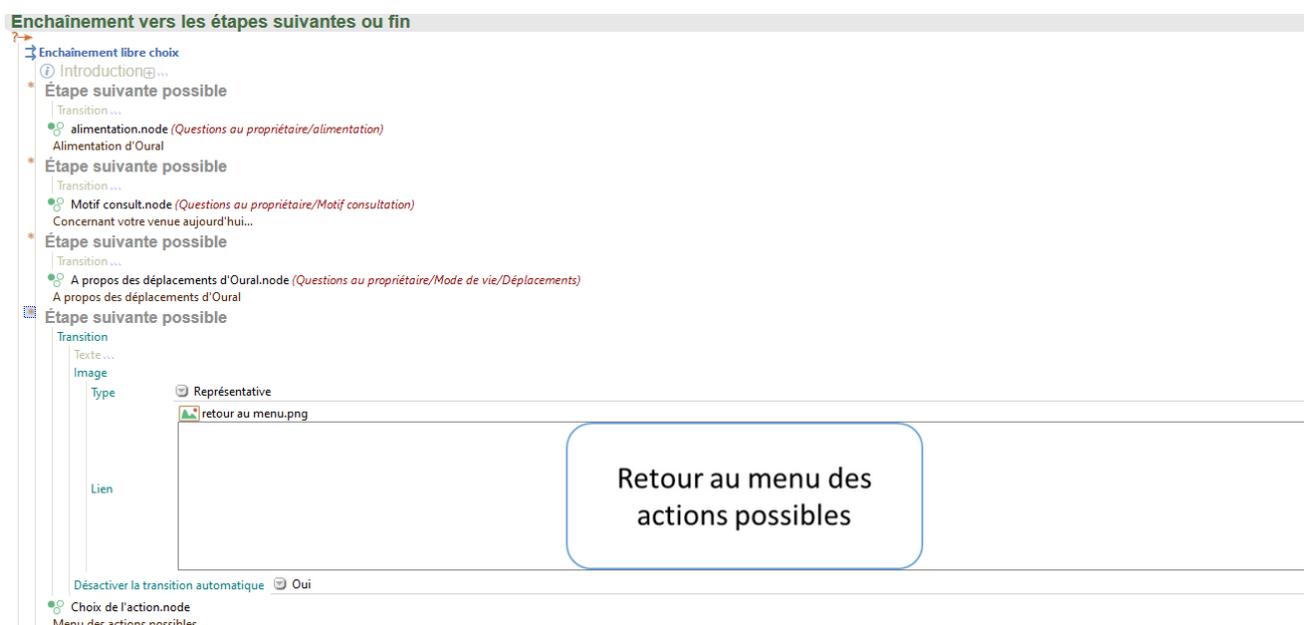


Figure 7 : Insertion des étapes suivantes et transitions

En ce qui concerne les étapes de quiz, le début est semblable aux autres étapes : les premières lignes permettent de donner un titre à l'étape et d'afficher un texte ou des ressources complémentaires. Il est également possible de personnaliser l'affichage du quiz : l'utilisateur peut avoir accès à l'ensemble du quiz en ouvrant l'étape ou bien il peut s'afficher pas à pas. Il est également possible de sauvegarder les réponses de l'utilisateur et de cumuler les scores à chaque nouvelle réalisation du quiz. Pour cela, il suffit de sélectionner les menus déroulants associés et de choisir l'option souhaitée. On peut également choisir d'afficher ou non les solutions du quiz. Une fois le début du paramétrage effectué, il faut choisir le type de quiz souhaité en sélectionnant le point d'interrogation orange. Les différents points d'interrogation rencontrés permettent d'afficher tous les types de contenu qui peuvent se substituer à celui présent dans l'étape. On les retrouve donc pour choisir les enchaînements et pour choisir le type de quiz.

Le menu déroulant proposé pour le choix du quiz est présenté par la figure 8.

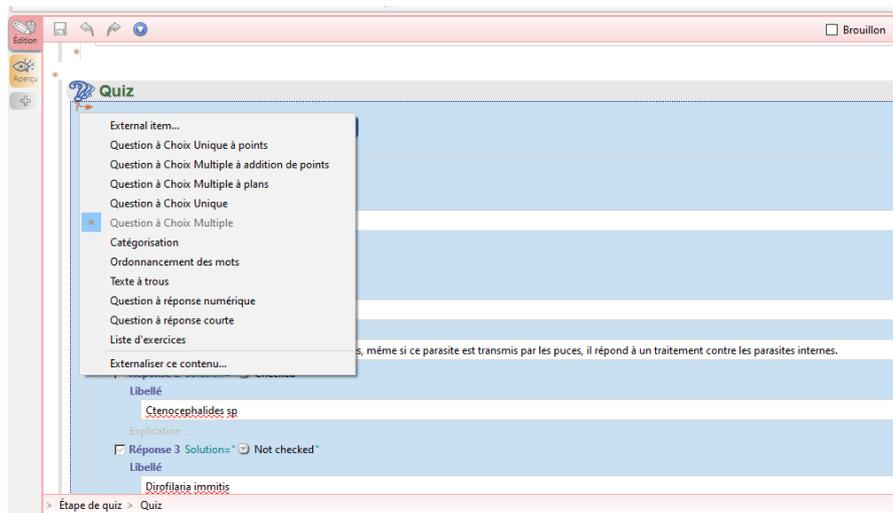


Figure 8 : Options pour le choix du quiz

Pour notre exemple, une question à choix multiple a été sélectionnée. Dans ce cas, il faut entrer pour chaque réponse le libellé associé, choisir si la réponse doit être cochée ou non par l'étudiant et il est également possible de saisir une correction associée à chaque proposition.

L'autre type de quiz que nous avons utilisé est la « catégorisation ». Pour cet exercice, l'utilisateur devra classer des étiquettes en utilisant une fonction de type « tirer-glisser ». Après avoir rempli l'onglet consignes, il faut créer des cibles et des pièges comme illustré par la figure 9. Il est ensuite possible de créer autant d'étiquettes que souhaité pour chaque cible et pour les pièges.

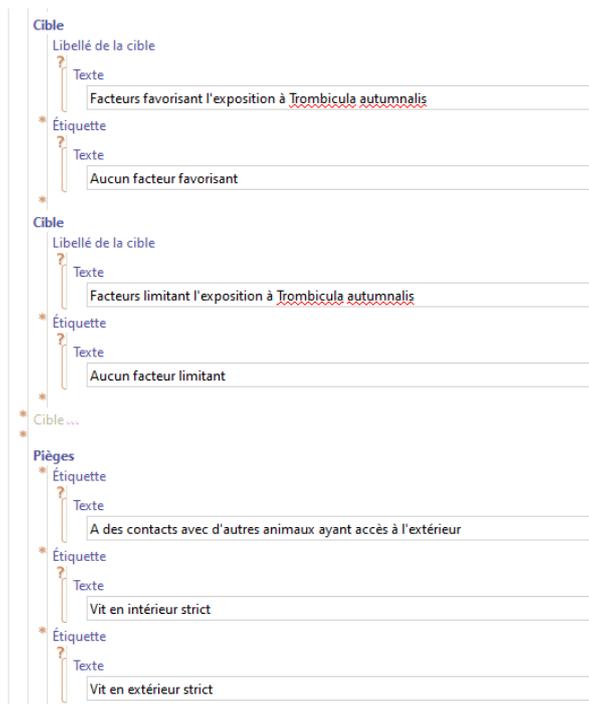


Figure 9 : Création d'un atelier de type « catégorisation »

Pour chaque type de quiz, il est possible d'afficher un « *Feedback* ». Il est possible d'en créer plusieurs et de conditionner leur affichage par le résultat obtenu au quiz en pourcentage de réussite. Pour cela, il suffit de sélectionner le menu déroulant adapté et d'indiquer le pourcentage en nombres. Il est également possible de conditionner le passage à l'étape suivante en fonction du résultat du quiz. Ainsi, un résultat insuffisant pourrait conduire à une étape contenant un module de cours tandis qu'un résultat satisfaisant pourrait conduire directement à l'étape suivante.

Afin d'achever l'activité, il suffit de sélectionner « Fin » comme type d'enchaînement à l'issue de la dernière étape. Pour diffuser l'activité sur vetagrotice, plateforme numérique de VetAgro Sup permettant un partage de ressources liées à l'enseignement, il est nécessaire d'ajouter un item présent dans l'onglet « export » qui se nomme « ExportScorm.export ». Après avoir ouvert cet item, il faut faire glisser la première étape de l'activité sur la chemise située en dessous de l'inscription « Parcours » puis sélectionner « Publi. ». On obtient alors l'écran représenté par la figure 10. Il suffit ensuite de sélectionner « générer » puis « packaging SCORM 2004 »

et d'indiquer un titre. L'activité peut alors être téléchargée sous forme d'un dossier ZIP qui pourra être déposé sur vetagrotice.

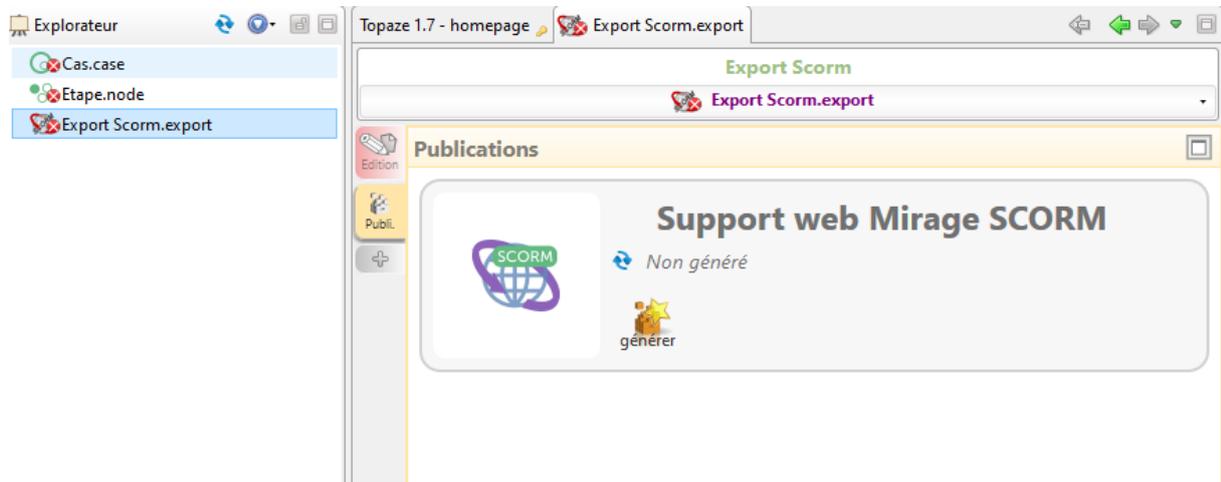


Figure 10 : Publication et partage d'une activité

Topaze nous permet ainsi de créer une interface accessible à tout moment en ligne par les étudiants de VetAgro Sup via vetagrotice. Nous avons pu inclure des illustrations et des activités ludiques afin de favoriser l'engagement de l'étudiant dans la réalisation de l'activité. De plus, le système d'enchaînement libre a permis de créer une navigation fluide entre l'examen clinique, les questions posées au propriétaire et l'examen du carnet de santé comme l'étudiant le ferait au cours d'une vraie consultation.

Nous n'avons cependant pas utilisé toutes les fonctionnalités proposées par Topaze pour la réalisation de notre activité. Il est par exemple possible d'ajouter des mascottes ou de programmer des variables évolutives qui pourront suivre l'utilisateur tout au long de l'activité.

3. Développement de l'activité

a) Choix du contexte de l'activité

Une fois le logiciel trouvé, il a fallu choisir le contexte de l'activité. Le but étant de choisir un contexte suffisamment simple pour que l'étudiant puisse se focaliser sur la démarche d'analyse de risque et qu'il ne soit pas pénalisé par la complexité des notions. Mais il fallait tout de même que le scénario soit suffisamment riche pour que l'étape de recherche d'informations soit plus réaliste et intéressante. Nous avons donc

fait le choix d'orienter le scénario de l'activité sur la prévention des parasitoses externes. Cela correspond aux points 4.1 et 4.2 du tableau de compétences présenté en annexe I concernant les compétences attendues des étudiants en médecine préventive et il s'agit d'un thème pour lequel les étudiants possèdent déjà un bagage théorique. En effet, les cours d'entomologie, acarologie et mycologie concernant les parasites externes sont dispensés dès la deuxième année d'école à VetAgro Sup.

Nous avons choisi de centrer le scénario autour d'un chien et de cibler les parasites externes suivants : les puces, les tiques, les aoûtats, les moustiques et les phlébotomes. Afin de se rapprocher des conditions qui seront rencontrées par les étudiants au cours de leur rotation, nous avons décidé que ce chien vivrait pour la majeure partie de l'année en région lyonnaise. Pour cibler un maximum de dangers dans cette activité, ce chien voyage régulièrement en région méditerranéenne et est ainsi en contact régulier avec des phlébotomes. Les périodes de voyage sont fixes : au cours des mois de juillet et d'août. L'étudiant peut alors établir un calendrier de prévention annuel en tenant compte des déplacements et des différentes périodes d'exposition.

Le chien de ce scénario vit avec un chat ayant accès à l'extérieur, mais il n'est pas en contact avec lui au cours des voyages en région méditerranéenne. Ainsi, l'étudiant doit prendre en compte la présence d'un chat lors de son choix d'antiparasitaires externes et éviter de proposer de la perméthrine aux périodes où le chien et le chat sont en contact. Ce chat a accès à l'extérieur et représente donc également un facteur de risque à identifier par l'étudiant pour les infestations par les puces. Enfin, nous avons choisi un scénario impliquant un chien qui présente des signes de présence de puces : en réalisant leur examen clinique, les étudiants peuvent constater la présence de crottes de puces et le propriétaire rapporte des démangeaisons en sélectionnant les questions adéquates.

b) Création de la banque de questions

Un objectif de l'activité est que l'étudiant sélectionne les questions pertinentes afin de disposer des informations nécessaires pour mettre en place son plan de prévention contre les parasites externes sans trop perdre de temps. Nous avons voulu faire en sorte que l'étudiant propose lui-même les questions à poser au propriétaire. Pour cela nous avons envisagé plusieurs solutions comme la création d'une banque de

questions avec un module de recherche par caractères : l'étudiant aurait écrit un mot contenu dans sa question afin de faire apparaître une liste de questions contenant ce mot pour sélectionner celle qu'il souhaite mais cela n'était pas réalisable avec les fonctions proposées par Topaze. Nous avons alors envisagé de proposer une page de questions sous la forme d'un QCM, l'étudiant aurait alors sélectionné les questions qu'il souhaitait poser et n'aurait obtenu les réponses que pour les questions choisies mais il n'est pas possible de moduler l'affichage des réponses dans la version actuelle de Topaze. L'étudiant aurait alors eu les réponses à toutes les questions.

Nous avons donc créé une banque de questions rangées par catégories illustrée par la figure 11. Cette solution est moins ergonomique mais il s'agit de la seule méthode disponible avec les fonctionnalités actuelles pour que l'étudiant ne dispose que des réponses aux questions qu'il aura posées. Nous avons donc créé une banque riche et contenant des thèmes variés afin que l'étudiant ne se laisse pas juste guider par les catégories présentes mais réfléchisse à l'information qu'il souhaite obtenir avant d'explorer les rubriques proposées. Elles concernent l'alimentation, l'environnement, les voyages, le comportement, les contacts avec les autres animaux, les antécédents médicaux et le motif du rendez-vous.

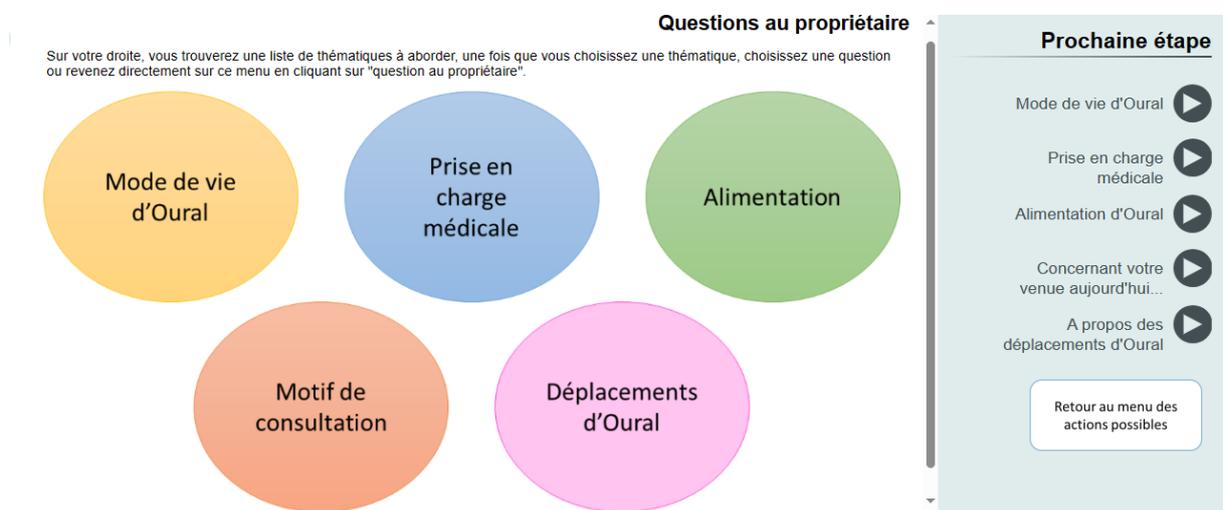


Figure 11 : Banque de questions

Plusieurs questions peuvent amener à connaître la même information et certaines catégories n'apportent pas d'informations pertinentes pour le contexte de l'activité. Ainsi, l'étudiant ne doit pas explorer la totalité de la banque de questions mais bien sélectionner les informations. Dans le cas contraire, le temps nécessaire pour réaliser l'activité augmente considérablement.

c) Déroulement de l'activité

La première page rencontrée par l'étudiant lorsqu'il démarre l'activité est une page d'accueil, elle est illustrée par la figure 12 ci-dessous. Celle-ci présente les objectifs de l'activité, pose les premières informations du scénario et contient également des conseils pour optimiser l'affichage et rendre la navigation plus fluide.

The screenshot shows a dark header with the title "Présentation de l'activité" in white. Below the header, the page content is on a light background. On the right side, there is a vertical light blue bar containing a "Commencer" button with a play icon. The main text area contains the following information:

Bonjour,

Cette activité vous propose la simulation d'une consultation de médecine préventive ciblée sur la prévention vis à vis des parasites externes.

Vous pourrez accueillir votre client, recueillir les informations liées à l'examen clinique et échanger avec le propriétaire de l'animal avant d'élaborer un plan de prévention contre les parasites externes adapté à sa situation.

Le but principal de cette activité est de vous préparer à la démarche analyse de risques en consultation de médecine préventive.

Si vous souhaitez vous rafraîchir la mémoire sur cette démarche, c'est ici que ça se passe.

Au cours de cette consultation, vous devrez :

- 1- Identifier les dangers auxquels est exposé l'animal
- 2- Evaluer le risque associé à chacun de ces dangers
- 3- Mettre en place un protocole de gestion des risques (composée de conseils et éventuellement de médicaments)
- 4- Communiquer aux propriétaires les informations sur les risques auxquels est exposé l'animal

Pour cela, vous devrez sélectionner les questions et/ou examen clinique et complémentaires afin de remplir les 4 étapes de l'analyse de risque. Pour cette activité, nous nous limiterons strictement aux risques associés aux parasites externes.

Nous sommes le 7 juin 2022, il est temps de vous préparer !

Afin que la navigation soit plus fluide, n'hésitez pas à agrandir la fenêtre au maximum et à cliquer sur la petite flèche à gauche de cet encart pour l'agrandir.

At the bottom right, there is a small thumbnail image of a document titled "Document de travail de l'activité de prévention des parasites externes".

Figure 12 : Page d'accueil de l'activité

Après avoir pris connaissance de ces informations, l'étudiant sélectionne le bouton « Commencer ». Cela permet d'atteindre une étape d'orientation. Nous avons choisi de créer cette étape pour que l'étudiant puisse librement recueillir les informations nécessaires en alternant entre les différentes étapes d'un examen clinique, les questions posées au propriétaire dont nous avons pu discuter dans la partie précédente et l'examen du carnet de santé. En effet, au cours d'une vraie consultation, la discussion avec le propriétaire accompagne la réalisation de l'examen clinique et la

consultation du carnet de santé, ce ne sont pas des étapes différées dans le temps. Cette étape est présentée par la figure 13 ci-dessous. L'illustration de cette étape d'orientation est une photographie prise au sein de la salle d'attente de médecine préventive afin de favoriser l'immersion des étudiants dans le contexte de la consultation.

Menu des actions possibles

Vous accueillez Oural dans votre salle de consultation.

Vous pouvez circuler librement entre les sections « examen clinique », « questions aux propriétaires » « carnet de santé » grâce aux onglets présents sur la droite !

Ciblez bien vos questions, le propriétaire d'Oural est présent pour établir un plan de prévention contre les parasites externes, vous n'aborderez pas les autres thèmes au cours de cette consultation ! Ne pas suffisamment cibler vos questions peut rallonger cette activité de manière conséquente... Cependant soyez vigilants à recueillir toutes les informations nécessaires.

ATTENTION !\ Une fois que vous aurez cliqué sur "Analyse des risques" ne revenez pas en arrière, pensez bien à noter les informations dont vous pourriez avoir besoin car elles ne seront pas rappelées !

Prochaine étape

- Questions au propriétaire
- Examen clinique d'Oural
- Carnet de santé
- Analyse des risques

Image description: A photograph of a window looking out onto autumn trees. To the left is a poster of a dog, and to the right is a poster with the text 'LES PARASITES VIE EST PLUS SYMPA !'.

Figure 13 : Etape d'orientation

Un effort particulier a été porté afin de rendre les éléments de cette étape plus attractifs et interactifs. Ainsi, nous avons inséré deux fichiers audios au sein de l'activité : le premier concerne l'auscultation pulmonaire et le second l'auscultation cardiaque réalisées au cours de l'examen clinique. C'est alors à l'étudiant d'évaluer la fréquence cardiaque et respiratoire, le rythme et de chercher des anomalies à partir des extraits proposés. De même, pour l'examen de la peau et des poils, l'étudiant dispose dans un premier temps d'une photo d'Oural, le chien impliqué dans ce scénario puis il peut choisir de regarder la peau plus en détail. Il a alors accès à une seconde photo, beaucoup plus rapprochée mettant en évidence de petits grains noirs. Au cours d'un QCM, l'étudiant identifie ces points noirs comme étant des crottes de puces et peut identifier des tests afin de le confirmer. D'autres étapes comme la

palpation abdominale en revanche ne pouvaient pas être illustrées, nous avons donc choisi de délivrer ces informations sous la forme d'un texte.

En ce qui concerne le carnet de santé d'Oural, nous en avons créé un qui respecte les dernières recommandations concernant la vaccination des chiens. Pour cela, nous avons rempli un carnet de santé à son nom. Les informations concernant les vaccins résultent de collages informatiques. Nous avons ensuite mis chaque page à disposition des étudiants dans l'onglet dédié afin qu'ils puissent les explorer.

Une fois qu'il a recueilli toutes les informations jugées utiles, l'étudiant passe à l'étape d'analyse des risques. Il lui est alors demandé de ne pas revenir en arrière afin qu'il ne soit pas influencé par les dangers proposés pour retourner chercher des informations complémentaires. La première étape que nous avons mise en place pour cette partie est l'identification des dangers auxquels le chien de notre scénario est exposé. L'étudiant est alors confronté à une question à choix multiple. Parmi les choix, nous avons proposé des parasites internes comme *Dipylidium caninum*, des parasites qui ne sont pas présents dans les régions où Oural se déplace comme *Glossina*, et enfin les parasites à identifier qui seront considérés par la suite : *Ctenocephalides sp*, *Ixodes ricinus*, les phlébotomes, les moustiques, et *Thrombicula autumnalis*. Pour cette étape, nous avons décidé d'afficher une correction juste après la validation de la réponse afin de faciliter la compréhension de la démarche. Cette correction est illustrée par la figure 14.

Correction		
Votre choix	Choix attendu	Réponse
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dipylidium caninum Attention on s'intéresse aux parasites externes, même si ce parasite est transmis par les puces, il répond à un traitement contre les parasites internes.
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ctenocephalides sp
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dirofilaria immitis Attention on s'intéresse aux parasites externes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Opishtorchis viverrini Il s'agit d'un parasite interne qui n'existe pas dans les régions où voyage Oural
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Phlébotomes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toxocara canis Attention on s'intéresse aux parasites externes
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ixodes ricinus Oui, et nous considérerons par la suite toutes les tiques qui peuvent affecter les chiens.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Glossina Ce parasite externe n'est pas présent dans les régions où voyage Oural
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Moustiques
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Thrombicula autumnalis

Figure 14 : Correction de l'identification des dangers

Après l'identification des dangers, les étudiants évaluent l'exposition du chien de notre scénario à chacun d'entre eux. Pour cela, plusieurs facteurs pouvant favoriser ou limiter l'exposition lui sont proposés. Il doit alors sélectionner les facteurs qui correspondent aux informations qu'il a recueillies et les positionner dans les bonnes cases en les faisant glisser à l'aide de leur souris. Nous leur avons présenté un tutoriel afin que la compréhension de l'activité soit plus simple. Sa première étape est présentée par la figure 15. Cette activité est répétée pour chacun des 5 dangers identifiés précédemment.

Ici, il s'agit d'évaluer les facteurs favorisant ou limitant l'apparition d'un incendie dans un contexte précis donné en consigne :

The screenshot shows a tutorial interface with the following elements:

- Scenario (top):** "Vous réalisez un barbecue avec des amis à côté d'une rivière. Il s'agit d'un barbecue fonctionnant grâce à une bouteille de gaz, des feuilles mortes sont sur le sol." (highlighted with an orange box)
- Factor List (left):** A list of factors in a scrollable box:
 - Il n'y a pas d'eau à proximité
 - Le barbecue fonctionne au gaz, il n'y a donc pas de braises
 - Matériel au sol peu inflammable
 - Matériel au sol inflammable
 - Il y a de l'eau à proximité
 - Du charbon incandescent pourrait tomber du barbecue
- Selection Interface (right):** Two categories with dropdown arrows:
 - Facteurs favorisant les incendies
 - Facteurs limitant les incendies
- Context Note (bottom right):** "Voici le contexte de votre réflexion pour l'exemple. Dans l'activité, vous devrez utiliser les informations obtenues au cours de la discussion et de l'examen clinique" (highlighted with an orange box)

Figure 15 : Tutoriel pour l'identification de facteurs modulant l'exposition

Après avoir étudié les facteurs modulant l'exposition d'Oural aux différents dangers, les étudiants doivent sélectionner à l'aide d'un QCM s'ils estiment que l'exposition à chaque danger est négligeable, faible, modérée ou élevée. Dans la même fenêtre, nous demandons également d'évaluer la gravité des conséquences pour Oural et son entourage entre négligeables, faibles, modérées et sévères pour chacun des dangers. Cela permet ainsi à l'étudiant d'évaluer le risque représenté par chaque parasite. Nous avons fait le choix de ne pas donner à l'étudiant de correction immédiate pour cette partie mais de la mettre à disposition à la fin de l'activité. En effet, dans l'étape suivante nous avons demandé à l'étudiant de choisir quels parasites il souhaite inclure dans son plan de prévention. Cette décision est ainsi prise en fonction des résultats trouvés dans la première partie de l'activité et n'est pas influencée par la correction.

Les différents parasites que l'étudiant peut inclure dans son plan de prévention sont présentés sous la forme d'un QCM. Les propositions sont « uniquement les puces », « uniquement les tiques », « les puces et les tiques », « les puces, les tiques et les moustiques », « les puces, les tiques, les moustiques et les phlébotomes » ou encore « les puces, les tiques, les moustiques, les phlébotomes et les aoûtats ». Chacun de ces choix oriente vers une fin différente même si elles suivent une trame commune.

L'étape suivante concerne le choix du plan de prévention à mettre en place. L'objectif est ici de choisir un plan de traitement et prévention cohérent avec le choix des parasites réalisé précédemment. Quatre options sont présentées sous forme de frise chronologique représentant une année, elles sont illustrées par la figure 16.

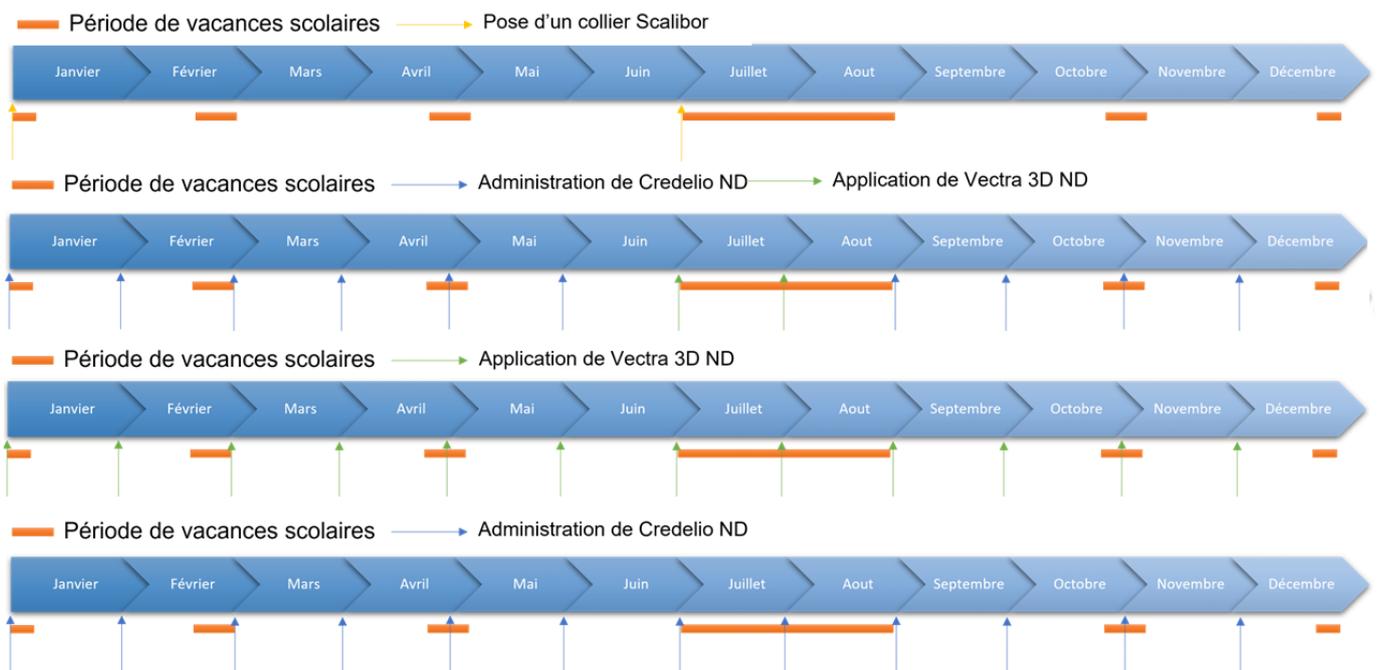


Figure 16 : Frises chronologiques présentant les plans de prévention

Le choix du plan de prévention est présenté sous forme d'un QCM. Une correction est associée à chaque réponse. L'ensemble des corrections s'affiche une fois que l'étudiant a validé son choix. A ce stade, les remarques ciblent l'adéquation entre le choix des parasites et le choix du plan de prévention ainsi que l'usage de perméthrine qui est déconseillé lorsque le chien de notre scénario est en contact rapproché avec le chat de la maison.

Enfin, l'étudiant accède à une correction plus détaillée qui revient sur les parasites externes qu'il a choisi de considérer, sur les conseils à prodiguer au propriétaire et sur les informations qu'il aurait pu trouver au cours de l'étape de recherche d'informations. Un exemple de correction est présenté en annexe II, il s'agit du retour qu'obtiennent les étudiants qui choisissent de considérer les puces, les tiques, les moustiques et les phlébotomes.

Après avoir pris connaissance des éléments de correction, l'étudiant est invité à remplir un questionnaire en ligne présenté en annexe III. Ce questionnaire permet de recueillir les impressions des étudiants pour chaque élément de l'activité. Chaque étudiant peut ainsi signaler les problèmes techniques ou d'affichage mais également les informations qui pourraient lui manquer pour bénéficier d'une expérience optimale. Pour chaque question, une option permet de rédiger une réponse ouverte afin que la personne qui répond au questionnaire ne soit pas limitée par les propositions.

II. Résultats

1. Mise en place de l'activité

L'activité a été mise en place pour la rentrée de septembre 2023. Elle est finalement réalisée par des étudiants en cinquième année au cours d'une séance de travaux dirigés du module d'épidémiologie clinique. Ce sont des étudiants qui sont déjà familiers avec le fonctionnement de la médecine préventive et des différentes rotations cliniques du CHUVAC. Ils ont déjà validé la majorité des enseignements théoriques dispensés essentiellement au cours des quatre années précédentes. Ainsi, les notions abordées dans l'activité sont connues et ils peuvent se focaliser sur l'apprentissage de la méthode d'analyse de risque qu'ils mettront en œuvre en contexte clinique en médecine préventive mais également dans leurs autres rotations cliniques. De plus, les notions abordées concernant les parasites externes sont utiles aux étudiants au cours de la cinquième année, il est donc intéressant de réactiver ces connaissances. Enfin, l'activité réalisée dans ces conditions permet de créer un lien entre les disciplines et l'étudiant mobilise des connaissances et méthodes qui seront applicables dans différents contextes.

Nous avons reçu 17 réponses au questionnaire mis en place à la fin de l'activité. Parmi ces réponses, 2 proviennent d'enseignants ayant testé l'activité et 14 sont des retours d'étudiants ayant réalisé l'activité au cours de leurs travaux dirigés. Une réponse au questionnaire n'est cependant pas exploitable. En effet, cette source est anonyme et les réponses formulées aux questions ouvertes ne sont pas en langue française, il s'agit alors probablement d'une erreur d'adressage. Nous avons donc fait le choix de ne garder que les 16 réponses restantes afin d'évaluer le ressenti des utilisateurs.

2. Compréhension des différents exercices et accessibilité

La partie concernant les échanges avec le propriétaire est comprise par la majorité des participants : 14/16 déclarent en effet qu'il s'agit d'un élément « facile à comprendre ». En revanche, la réalisation a semblé plus problématique. Ainsi, 4/16 soit 25% des participants signalent qu'il s'agit d'une recherche « difficile à réaliser ». En effet, la navigation entre les différentes catégories pour rechercher les informations peut s'avérer longue et peu intuitive dans un premier temps. Nous avons tout de même pu constater que 6 utilisateurs trouvent que cette partie est « facile à réaliser » et 6 ne se prononcent pas sur ce point. Il apparaît donc que la partie concernant le recueil d'informations par échanges avec le propriétaire est facilement compréhensible mais pourrait être améliorée pour faciliter sa réalisation.

Le point suivant du questionnaire concerne le recueil d'informations à partir de l'examen clinique et de la consultation du carnet de santé. Sur les 16 réponses, 13 utilisateurs ont qualifié cette partie de « facile à comprendre » tandis que deux autres ont éprouvé des difficultés à comprendre ce qui était attendu d'eux pour cette étape. En ce qui concerne la réalisation, 14 utilisateurs trouvent qu'il est facile d'accéder aux différentes informations mais deux réponses mentionnent des difficultés quant à la réalisation de cette partie. Enfin, deux étudiants ont proposé des pistes pour compléter l'examen clinique notamment par un examen des oreilles et l'illustration du test sur papier humide proposé dans l'activité afin de confirmer qu'ils observent bien des déjections de puces.

En ce qui concerne l'étape d'identification des dangers, 15 réponses indiquent des consignes claires et une étape parfaitement compréhensible, aucune réponse ne fait part de difficulté de compréhension. La moitié des retours soulignent également

une facilité à répondre, deux retours font part de difficultés de réalisation et les autres ne mentionnent pas ce point.

De même, l'étape d'identification des facteurs modulant l'exposition d'Oural aux différents dangers est jugée claire par la totalité des utilisateurs. Il s'agit donc d'une étape pour laquelle la compréhension des consignes ne pose de problème à aucun des utilisateurs ayant testé l'activité. Deux utilisateurs trouvent que cette partie de l'activité est difficile à réaliser tandis que huit autres l'ont trouvée facile à exécuter.

L'étape d'évaluation des risques est jugée claire pour 15 retours sur les 16. Trois étudiants évoquent cependant des difficultés de réalisation. Cette étape étant constituée de deux QCM, il est probable qu'il s'agisse de difficulté à évaluer le niveau de risque avec certitude plutôt que de difficultés techniques pour répondre aux questions. Ainsi, ce qui est attendu de l'étudiant est compris mais certains éprouvent des difficultés à évaluer le niveau de risque représenté par chaque danger.

Enfin, la dernière étape évaluée par le questionnaire concerne le choix du plan de prévention annuel à mettre en place. Celle-ci est bien comprise par 14 des utilisateurs. Seulement deux d'entre eux éprouvent des difficultés concernant la compréhension des consignes. La réalisation semble n'avoir été problématique que pour un utilisateur tandis que huit autres rapportent qu'il s'agit d'une étape facile à réaliser.

Ainsi, si les premières étapes concernant le recueil d'informations semblent poser des problèmes de compréhension pour certains utilisateurs, les activités qui concernent directement la démarche d'analyse de risque sont bien comprises dans l'ensemble. Quelques difficultés de réalisation subsistent, notamment pour la partie concernant le questionnement du propriétaire mais la majorité des étudiants a pu réaliser l'activité sans rencontrer de trouble majeur limitant la compréhension ou la mise en application de la démarche d'analyse de risque. Les difficultés rencontrées pour qualifier le niveau d'exposition et évaluer le risque associé à chaque danger montrent qu'il s'agit d'un exercice considéré comme difficile par les étudiants et qui nécessite un entraînement avant d'être appliqué en clinique.

Enfin, quelques problèmes techniques ont été relevés par les utilisateurs. Ainsi, des problèmes d'affichage ont été rencontrés entraînant notamment des difficultés de navigation, un affichage partiel ou encore l'apparition d'écrans blancs. Nous avons

ainsi pu éditer des conseils concernant l'affichage afin d'améliorer la prise en main pour les futurs utilisateurs et corriger l'activité afin de faire disparaître les écrans blancs inutiles. De même, un retour concernait la présence d'une question en doublon, ce que nous avons pu corriger avant la mise à disposition de l'activité aux étudiants. Un étudiant rapporte également avoir manqué une étape à la suite d'une erreur de navigation de sa part sans possibilité de retour en arrière. Enfin, un retour fait état d'une impossibilité de valider la réalisation de l'activité sur Vetagrotice. Toutefois, 12 des 16 évaluations soit 75% des utilisateurs ne rapportent aucun problème technique.

3. Appréciation de l'activité

Cette simulation de consultation de médecine préventive a suscité l'engouement de plusieurs utilisateurs. Ainsi, l'un des étudiants a apprécié la mise en place d' « un contexte concret et fréquent, très intéressant », un autre a rapporté que l'activité était « Très bien et rapide si on sélectionne les bonnes questions ». Pour ces utilisateurs, l'activité semble avoir rempli son rôle de présenter la démarche d'analyse de risque dans un contexte précis afin de favoriser la transition entre connaissances théoriques et application en contexte clinique.

Certains étudiants proposent dans leurs retours des pistes afin de compléter l'activité et de la rendre plus réaliste. Ainsi l'un des deux étudiants à avoir proposé un test sur papier humide au moment de l'examen clinique le justifie ainsi : « pour vérifier comme on le ferait dans la vraie vie ».

Un des retours concerne un défaut de correction. Ainsi, l'un des étudiants aurait souhaité avoir plus de « feedback concernant l'analyse de risque ». En effet, il s'agit d'un exercice qu'il qualifie de « difficile » et « subjectif ». Or, nous avons vu plus haut que le manque de correction et de « feedback » pouvait être à l'origine d'une frustration chez l'apprenant. Il s'agit donc d'une difficulté que nous n'avons pas suffisamment anticipée et pour laquelle les informations apportées ne sont pas suffisantes pour répondre aux interrogations de certains étudiants.

Enfin, d'autres émettent des retours plus mitigés. Un des étudiants évoque ainsi une « activité un peu trop simple et donc peu d'apprentissage pour le temps passé ».

Ainsi, la majorité des retours sont favorables à la réalisation de cette activité et plusieurs pistes sont proposées directement par les utilisateurs afin de rendre l'activité

plus immersive. Seul un retour fait état d'une activité trop longue par rapport aux apprentissages qu'elle permet.

III. Discussion

1. Limites dans la reproduction du réel

Un certain nombre de limites inhérentes à l'utilisation du logiciel Topaze peuvent être citées. Ainsi, l'interface laisse peu de libertés concernant la mise en page de l'activité. Le thème général est donc gris et blanc et seul un effort d'illustration permet d'ajouter des couleurs et de dynamiser la présentation. De plus, il apparaît évident que le recueil d'informations auprès du propriétaire nécessite des améliorations afin de gagner en fluidité et en facilité de réalisation. Pour cela, les prochaines mises à jour de Topaze apporteront probablement des fonctionnalités pour moduler des réponses et donc mettre en place un système de sélection de questions plus simple permettant de n'avoir que les réponses souhaitées.

Afin de rendre l'activité plus interactive et plus réaliste, des éléments pourraient être perfectionnés en ce qui concerne l'examen clinique. Ainsi, la couleur des muqueuses pourrait être évaluée sur une photographie et la mise en place de vidéos pourrait permettre d'évaluer la courbe respiratoire. De plus, les éléments proposés par les étudiants pourraient être implémentés dans l'activité. On envisagerait ainsi d'ajouter un examen des oreilles et une illustration de test sur papier humide afin d'identifier des déjections de puces dans le poil d'un animal.

Par la suite, en suivant l'évolution des nouvelles technologies et notamment en faisant usage de la réalité virtuelle voire de métavers, on pourrait imaginer des simulations de consultations en réalité augmentée faisant intervenir des mannequins manipulés dans un univers numérique. Ainsi, l'étudiant pourrait par exemple placer un stéthoscope virtuel sur le mannequin afin de lancer le fichier audio correspondant à l'auscultation cardiaque ou pulmonaire selon l'aire d'auscultation. De même, ce mannequin pourrait permettre de simuler les sensations d'une palpation abdominale, élément qui manque de réalisme et d'interaction dans la forme actuelle de l'activité.

Enfin, nous pourrions envisager l'ajout de modules impliquant une intelligence artificielle. Cela serait notamment utile afin de dynamiser la conversation avec le propriétaire. On pourrait envisager cela sous forme de chat virtuel voire de

conversation avec un module plus élaboré de reconnaissance vocale. De plus, cette solution permettrait aux étudiants d'avoir une simulation respectant le temps nécessaire pour une conversation et donc de mieux évaluer la part de leur consultation qu'ils consacrent à la discussion avec le propriétaire.

2. Une évaluation limitée de l'efficacité

Le nombre d'étudiants ayant testé l'activité et ayant rempli le questionnaire concernant les retours sur l'activité reste limité. En effet, nous disposons de 16 réponses au questionnaire dont seulement 14 d'étudiants ayant réalisé l'activité au cours des travaux dirigés d'épidémiologie clinique. Un nombre plus important serait nécessaire pour dégager de réelles tendances concernant l'efficacité pédagogique de l'activité. De plus, le questionnaire rempli par les étudiants étudie principalement la compréhension et les besoins techniques des étudiants afin d'adapter au mieux l'activité. Il permet donc de cibler quelles parties nécessitent des améliorations. Il pourrait être intéressant de compléter ce questionnaire afin d'étudier le ressenti des étudiants en clinique dans le but d'évaluer s'ils se sentent plus en confiance pour établir une démarche d'analyse de risque aboutissant sur un plan thérapeutique ou un plan de prévention après avoir réalisé l'activité ou non. Il serait également intéressant de recueillir le ressenti des enseignants qui les encadrent au cours de leurs rotations cliniques afin d'estimer si cette activité possède une réelle efficacité pédagogique concernant la démarche d'analyse de risque.

Enfin, l'activité a été conçue pour faciliter la transition entre la formation théorique et la formation pratique des A3. Seulement, le fait de la présenter finalement à des étudiants en A5 au cours du TD d'épidémiologie clinique entraîne une perte du rôle de transition. De plus, les notions abordées concernant les parasitoses externes peuvent leur sembler un peu trop simples. Cependant, l'activité trouve tout de même un sens dans ce contexte car elle permet de créer un lien entre les disciplines. D'autre part, si les notions semblent simples, il s'agit tout de même d'informations dont les étudiants ont régulièrement besoin au cours de leur cinquième année et il peut être intéressant de réactiver ces connaissances. Enfin, l'objectif principal de l'activité concerne la démarche d'analyse de risque. Or, celle-ci reste intéressante à développer et présenter aux étudiants de cinquième année car cela représente un entraînement supplémentaire avant de l'utiliser en contexte clinique.

3. Vers une extension à d'autres activités

Cette activité a été conçue pour être facilement adaptable. En effet, la démarche d'analyse de risque s'applique dans tous les domaines de la médecine préventive. Il sera donc possible d'utiliser cette activité comme une trame informatique en modifiant son contenu. Cela permettra de créer d'autres scénarii impliquant d'autres chiens ou des chats ayant des conditions de vie différentes et donc étant exposés à des dangers différents et à des risques variables. Il sera également possible d'appliquer cette trame à d'autres thèmes que les parasites externes. Cela nécessitera plus de modifications qu'un simple changement de scénario mais reste complètement envisageable à partir de la version actuelle.

Il sera également intéressant de transposer l'activité à travers les nouvelles versions de Topaze. En effet, il s'agit d'un logiciel encore régulièrement mis à jour. Ainsi, cette activité a été créée en utilisant Topaze 1.7 et la version 4.0.6 a été proposée au téléchargement depuis sa mise en place. L'association Scenari a fêté ses 10 ans le 19 octobre 2023 et recueille à cette occasion l'avis des utilisateurs concernant les avancées qui les ont le plus marqués. L'ajout de nouvelles fonctionnalités grâce aux mises à jour prévues pourra donc permettre de faciliter la prise en main de l'activité et de diversifier les activités proposées pour la rendre plus immersive et favoriser l'apprentissage des étudiants de la démarche d'analyse de risque.

CONCLUSION

L'évolution du contexte sociétal et des méthodes pédagogiques ont largement favorisé l'introduction de nouveaux outils dans l'enseignement. Ainsi, d'apparition précoce en médecine humaine puis largement développée pour la médecine vétérinaire, la simulation fait maintenant partie intégrante de la formation des étudiants. Elle leur permet de progresser sur un plan technique et d'approfondir leurs connaissances tout en développant d'autres compétences comme la communication ou l'apprentissage de démarches qui leur seront utiles en pratique.

Le développement des nouvelles technologies a permis de mettre au point des outils de simulation toujours plus réalistes et immersifs. En étant appréciés des étudiants, ils favorisent l'apprentissage car ils induisent un engagement important de l'étudiant dans sa formation. Les nouvelles technologies permettent également un apprentissage en autonomie qui doit toutefois être raisonné et ne peut se substituer complètement à un apprentissage en présence d'un encadrant à la fois pour la qualité des remarques qu'il peut dispenser comme pour le soutien technique qu'il peut assurer.

Dans ce contexte, j'ai créé une simulation de consultation virtuelle grâce au logiciel Topaze qui est accessible en ligne via la plateforme VetAgroTice. Cette activité est proposée aux étudiants de cinquième année dans le cadre de l'UE « épidémiologie clinique ». Elle a pour but de familiariser les étudiants avec la démarche d'analyse de risque et elle constitue une transition entre l'apprentissage théorique et la mise en pratique d'une démarche en contexte clinique. Cette activité est proposée aux étudiants depuis septembre 2023. Les premiers retours ont permis des améliorations de l'activité qui semble actuellement facile d'utilisation et appréciée des étudiants. Toutefois, des études complémentaires seraient nécessaires pour nous apporter des informations sur l'efficacité pédagogique de cette activité.

Enfin, cette activité peut servir de trame informatique pour la création d'autres scénarii afin que les étudiants soient confrontés à différentes simulations de consultation pour mieux se familiariser avec la démarche d'analyse de risque, ou à toutes autres destinations. A cette fin, j'ai inclus dans le manuscrit de thèse l'ensemble des démarches nécessaires pour créer ou modifier une activité sur le modèle de celle mise au point au cours de ma thèse, afin de faciliter la prise en main de cet outil au sein de l'enseignement vétérinaire.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Knight, Andrew. « The Effectiveness of Humane Teaching Methods in Veterinary Education ». *ALTEX - Alternatives to Animal Experimentation* 24, no 2 (1 mai 2007): 91-109. Disponible sur : <https://doi.org/10.14573/altex.2007.2.91>. [consulté le 13 février 2023]
- [2] Kumar, Amarendhra M., Robert Murtaugh, Donald Brown, True Ballas, Elizabeth Clancy, et Gary Patronek. « Client Donation Program for Acquiring Dogs and Cats to Teach Veterinary Gross Anatomy ». *Journal of Veterinary Medical Education* 28, n° 2 (juin 2001): 73-77. Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.28.2.73>. [Consulté le 01 septembre 2023]
- [3] Knight, Andrew. « Conscientious Objection to Harmful Animal Use within Veterinary and Other Biomedical Education ». *Animals : an Open Access Journal from MDPI* 4, n° 1 (21 janvier 2014): 16-34. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/ani4010016>. [Consulté le 04 septembre 2023]
- [4] Scalese, Ross J., et S. Barry Issenberg. « Effective Use of Simulations for the Teaching and Acquisition of Veterinary Professional and Clinical Skills ». *Journal of Veterinary Medical Education* 32, n° 4 (décembre 2005): 461-67. Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.32.4.461>. [Consulté le 13 février 2023]
- [5] Duguet, Amélie, et Sophie Morlaix. « Le numérique à l'université : facteur explicatif des méthodes pédagogiques ? » *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* 34, n° 3 (15 novembre 2018). Disponible sur : <https://journals.openedition.org/ripes/1682>. [Consulté le 10 septembre 2023]
- [6] Xie, Huiting, Lei Liu, Jia Wang, Kum Eng Joon, Rajni Parasuram, Jamuna Gunasekaran, et Chee Lien Poh. « The Effectiveness of Using Non-Traditional Teaching Methods to Prepare Student Health Care Professionals for the Delivery of Mental State Examination: A Systematic Review ». *JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports* 13, n° 7 (14 août 2015): 177-212. Disponible sur : <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2015-2263>. [Consulté le 10 septembre 2023]
- [7] Berrian, Amanda M., Emily Feyes, Chih-Yu (Jay) Hsiao, et Thomas E. Wittum. « Multimodal Integration of Active Learning in the Veterinary Classroom ». *Journal of Veterinary Medical Education* 48, n° 5 (1 septembre 2021): 533-37. Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.2019-0127>. [Consulté le 26 novembre 2023]
- [8] Canfield, Paul J. « An Interactive, Student-Centered Approach to Teaching Large-Group Sessions in Veterinary Clinical Pathology ». *Journal of Veterinary Medical Education* 29, n° 2 (juin 2002): 105-10. Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.29.2.105>. [Consulté le 26 novembre 2023]
- [9] Lane, Elizabeth A. « Problem-Based Learning in Veterinary Education ». *Journal of Veterinary Medical Education* 35, n° 4 (2008): 631-36. Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.35.4.631>. [Consulté le 05 septembre 2023]
- [10] Levine, H. G., et P. M. Forman. « A Study of Retention of Knowledge of Neurosciences Information ». *Journal of Medical Education* 48, n° 9 (septembre 1973): 867-69. Disponible sur : <https://doi.org/10.1097/00001888-197309000-00012>. [Consulté le 26 novembre 2023]

- [11] Jones, R. W. « Problem-Based Learning: Description, Advantages, Disadvantages, Scenarios and Facilitation ». *Anaesthesia and Intensive Care* 34, n° 4 (août 2006): 485-88. Disponible sur : <https://doi.org/10.1177/0310057X0603400417>. [Consulté le 10 septembre 2023]
- [12] Trullàs, Joan Carles, Carles Blay, Elisabet Sarri, et Ramon Pujol. « Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review ». *BMC Medical Education* 22 (17 février 2022): 104. Disponible sur : <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8>. [Consulté le 11 septembre 2023]
- [13] Rosen, Kathleen R. « The history of medical simulation ». *Journal of Critical Care* 23, n° 2 (1 juin 2008): 157-66. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2007.12.004>. [Consulté le 11 septembre 2023]
- [14] Galland, J., S. Abbara, B. Terrier, M. Samson, A. Tesnières, J. P. Fournier, et M. Braun. « Simulation en santé et médecine interne : quel avenir ? » *La Revue de Médecine Interne* 39, n° 6 (1 juin 2018): 414-20. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2017.11.011>. [Consulté le 11 septembre 2023]
- [15] Grenvik, Ake, et John Schaefer. « From Resusci-Anne to Sim-Man: The Evolution of Simulators in Medicine ». *Critical Care Medicine* 32, n° 2 (février 2004): S56.
- [16] Whitworth, Kristen A., et Jereme P. Long. « Certification in Medical Simulation ». In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560711/>. [Consulté le 11 septembre 2023]
- [17] Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. « Les méthodes de formation par simulation dans les écoles nationales vétérinaires ». Disponible sur : <https://agriculture.gouv.fr/les-methodes-de-formation-par-simulation-dans-les-ecoles-nationales-veterinaires>. [Consulté le 11 septembre 2023]
- [18] Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. « Rapport d'activité 2017 du CGAAER ». Disponible sur : <https://agriculture.gouv.fr/rapport-dactivite-2017-du-cgaaer>. [Consulté le 04 décembre 2023]
- [19] Haute Autorité de Santé. « Simulation en santé ». URL : https://www.has-sante.fr/jcms/c_930641/fr/simulation-en-sante. [Consulté le 11 septembre 2023]
- [20] Chiniara, Gilles, Gary Cole, Ken Brisbin, Dan Huffman, Betty Cragg, Mike Lamacchia, et Dianne Norman. « Simulation in healthcare: A taxonomy and a conceptual framework for instructional design and media selection ». *Medical Teacher* 35, n° 8 (1 août 2013): e1380-95. Disponible sur : <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.733451>. [Consulté le 18 septembre 2023]

- [21] Nestel, Debra, Jeffrey Groom, Sissel Eikeland-Husebø, et John M. O'Donnell. « Simulation for Learning and Teaching Procedural Skills: The State of the Science ». *Simulation in Healthcare: Journal of the Society for Simulation in Healthcare* 6 Suppl (août 2011): S10-13.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e318227ce96>. [Consulté le 18 septembre 2023]
- [22] Yu, Ji Hye, Hye Jin Chang, Soon Sun Kim, Ji Eun Park, Wou Young Chung, Su Kyung Lee, Miran Kim, Jang Hoon Lee, et Yun Jung Jung. « Effects of high-fidelity simulation education on medical students' anxiety and confidence ». *PLoS ONE* 16, n° 5 (13 mai 2021): e0251078.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251078> [Consulté le 18 septembre 2023]
- [23] Micallef, Julia, Dale Button, Alvaro Uribe Quevedo, Christopher McClatchey, Lindsey King, et Adam Dubrowski. « Defining the Nature of Augmented Feedback for Learning Intraosseous Access Skills in Simulation-Based Health Professions Education ». *Cureus* 15, n° 7 (juillet 2023): e41869.
Disponible sur : <https://doi.org/10.7759/cureus.41869>. [Consulté le 18 septembre 2023]
- [24] Byron, Julie K., Susan E. Johnson, L. Clare V. Allen, Cheryl Brilmyer, et Robert P. Griffiths. « Development and Pilot of Case Manager: A Virtual-Patient Experience for Veterinary Students ». *Journal of Veterinary Medical Education* 41, n° 3 (septembre 2014): 225-32.
Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.1113-151R1>. [Consulté le 15 février 2023]
- [25] Maleknia, Lydia, Vanessa Boshuizen, Heather Caputo, et Rina Shah. « Improving Procedural Skill Confidence in Pediatric Residents: A Longitudinal Simulation-Based Workshop Curriculum ». *MedEdPORTAL : the Journal of Teaching and Learning Resources* 19 (s. d.): 11322.
Disponible sur : https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.11322. [Consulté le 18 septembre 2023]
- [26] Davids, Joseph, Susruta Manivannan, Ara Darzi, Stamatia Giannarou, Hutan Ashrafian, et Hani J Marcus. « Simulation for skills training in neurosurgery: a systematic review, meta-analysis, and analysis of progressive scholarly acceptance ». *Neurosurgical Review* 44, n° 4 (2021): 1853-67.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01378-0>. [Consulté le 18 septembre 2023]
- [27] Haiser, Alexander, Abdullatif Aydin, Basir Kunduzi, Kamran Ahmed, et Prokar Dasgupta. « A Systematic Review of Simulation-Based Training in Vascular Surgery ». *The Journal of Surgical Research* 279 (novembre 2022): 409-19.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.05.009>. [Consulté le 18 septembre 2023]
- [28] Cecilio-Fernandes, Dario, Carolina Felipe Soares Brandão, Davi Lopes Catanio de Oliveira, Glória Celeste V Rosário Fernandes, et René A Tio. « Additional simulation training: does it affect students' knowledge acquisition and retention? » *BMJ Simulation & Technology Enhanced Learning* 5, n° 3 (22 juin 2018): 140-43.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1136/bmjstel-2018-000312>. [Consulté le 25 septembre 2023]

- [29] Sawras, Michael, Deep Khosa, Kerry Lissemore, Todd Duffield, et Alice Defarges. « Case-Based e-Learning Experiences of Second-Year Veterinary Students in a Clinical Medicine Course at the Ontario Veterinary College ». *Journal of Veterinary Medical Education* 47, n° 6 (décembre 2020): 678-94.
Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.2018-0005>. [Consulté le 15 février 2023]
- [30] Bryson, David. « 25 Years on: progress in computer-based learning ». *Journal of Visual Communication in Medicine* 45, n° 1 (2 janvier 2022): 50-51.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1080/17453054.2021.2004884>. [Consulté le 24 septembre 2023]
- [31] Kononowicz, Andrzej A, Luke A Woodham, Samuel Edelbring, Natalia Stathakarou, David Davies, Nakul Saxena, Lorainne Tudor Car, Jan Carlstedt-Duke, Josip Car, et Nabil Zary. « Virtual Patient Simulations in Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration ». *Journal of Medical Internet Research* 21, n° 7 (2 juillet 2019): e14676.
Disponible sur : <https://doi.org/10.2196/14676>. [Consulté le 26 septembre 2023]
- [32] « Qui sommes-nous ? | UNESS ». URL : <https://uness.fr/qui-sommes-nous>. [Consulté le 26 septembre 2023]
- [33] « Ordinateur et accès à Internet : les inégalités d'équipement persistent selon le niveau de vie - Insee Focus - 226 ». Consulté le 26 septembre 2023.
Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5057474>. [Consulté le 26 septembre 2023]
- [34] « Définition - Personne de référence du ménage - exploitation complémentaire (recensement de la population) / Personne de référence du ménage / Personne de référence du ménage | Insee ». URL : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1036> [Consulté le 04 décembre 2023]
- [35] « Topaze ». URL : <https://doc.scenari.software/Topaze/fr/> [Consulté le 4 décembre 2023]
- [36] Bédard, Denis, Christelle Lison, Daniel Dalle, Daniel Côté, et Noël Boutin. « Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering and Medicine: Determinants of Students' Engagement and Persistence ». *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* 6, n° 2 (22 août 2012).
Disponible sur : <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1355>. [Consulté le 26 novembre 2023]
- [37] Parent, Severine. « De la motivation à l'engagement : un processus multidimensionnel lié à la réussite de vos étudiants ». *Pédagogie collégiale* 27 (1 avril 2014): 13-16.
- [38] Gentry, Sarah Victoria, Andrea Gauthier, Beatrice L'Estrade Ehrstrom, David Wortley, Anneliese Lilienthal, Lorainne Tudor Car, Shoko Dauwels-Okutsu, et al. « Serious Gaming and Gamification Education in Health Professions: Systematic Review ». *Journal of Medical Internet Research* 21, n° 3 (28 mars 2019): e12994.
Disponible sur : <https://doi.org/10.2196/12994>. [Consulté le 25 septembre 2023]
- [39] Haoran, Gong, Eleni Bazakidi, et Nabil Zary. « Serious Games in Health Professions Education: Review of Trends and Learning Efficacy ». *Yearbook of Medical Informatics* 28, n° 1 (août 2019): 240-48.
Disponible sur : <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677904>. [Consulté le 24 septembre 2023]

[40] Grand Canyon University, et Laura Sharp. « Stealth Learning: Unexpected Learning Opportunities Through Games ». *Journal of Instructional Research* 1 (25 janvier 2012): 42-48.

Disponible sur : <https://doi.org/10.9743/JIR.2013.6>. [Consulté le 25 septembre 2023]

[41] Lesch, Heather, Evan Johnson, Jörg Peters, et Juan C. Cendán. « VR Simulation leads to enhanced procedural confidence for surgical trainees ». *Journal of surgical education* 77, n° 1 (2020): 213-18.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2019.08.008>. [Consulté le 18 septembre 2023]

[42] Llorca, Marie-Christine. « Pédagogie et numérique ». *Médecine des Maladies Métaboliques* 14, n° 3 (mai 2020): 218-29.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.mmm.2020.03.004>. [Consulté le 06 février 2023]

[43] Mheidly, Nour, Mohamad Y. Fares, et Jawad Fares. « Coping With Stress and Burnout Associated With Telecommunication and Online Learning ». *Frontiers in Public Health* 8 (11 novembre 2020): 574969.

Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.574969>. [Consulté le 15 février 2023]

[44] Rodrigues, Inês L., Telmo P. Nunes, Carolina S. Cortez, et Ana M. Lourenço. « E-Learning Impact on Veterinary Medical Student's Mental Health during the COVID-19 Pandemic ». *Journal of Veterinary Medical Education*, 23 juin 2022, e20210052.

Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme-2021-0052>. [Consulté le 15 février 2023]

[45] Killinger, Stacy L., Sean Flanagan, Eleanor Castine, et Kimberly A.S. Howard. « Stress and Depression among Veterinary Medical Students ». *Journal of Veterinary Medical Education* 44, n° 1 (février 2017): 3-8.

Disponible sur : <https://doi.org/10.3138/jvme.0116-018R1>. [Consulté le 23 octobre 2023]

ANNEXES

ANNEXE I : Objectifs pédagogiques et compétences en médecine préventive

Thème	Compétence attendue de l'étudiant
1. Transversal La qualité de la communication est une priorité (et idéalement la gestion du temps)	1.1 Conduire une consultation avec 1° une attitude et une communication adaptées, 2° une gestion efficace et sûre de l'animal et respectueuse de son bien-être, 3° le respect du temps et 4° le respect des modalités de fonctionnement du CHUVAC (facturation...)
	1.2 Prise en charge de l'animal et contention adapté
	1.3 Examen clinique de l'animal "sain" (possible recours à otoscopie, examen cutané à la lampe UV, test oculaire à la fluorescéine et prise de sang) → Étapes du développement, "vaccinabilité" ; adressage en Médecine de 1ère intention si besoin
	1.4 Objectifs de la Médecine Préventive
2. Protection animale et réglementation de la détention des chiens et chats La réglementation de la rage est une priorité	2.1 Identification (vérification d'une identité sur l'animal et sur iCad ; pose d'un transpondeur ; établissement d'un passeport ; enregistrement iCad...)
	2.2 Conseils sur l'acquisition, la détention et la cession, dont chiens/catégories (+ certificat d'engagement)
	2.3 Conseils sur les déplacements internationaux
	2.4 Surveillance (animal mordeur/griffeur...)
	2.5 Conseils de base en comportement et éducation canine ou féline
	2.6 Prise en charge d'une situation de maltraitance ou d'illégalité (→encadrant)
3. Maladies infectieuses et vaccination Le respect de l'hygiène et sécurité en consultation est une priorité	3.1 Conseils de base en hygiène et prévention des zoonoses ; dépistage d'infections et sérologie post-vaccinale ; réalisation et formation du proprio aux soins d'hygiène (griffes, oreilles...)
	3.2 Réalisation pratique d'une vaccination sc ou in ; enregistrement sur carnet de santé/passeport
	3.3 Elaboration d'un protocole vaccinal / vaccins essentiels (primo vaccination du jeune, primo vaccination de l'adulte, rappel)
	Outil de calcul partagé (âge, dates, rations...) : https://bit.ly/MedPrev-calculs
3.4 Elaboration d'un protocole vaccinal / vaccins circonstanciels et situations particulières (initiation) ; sécurité de la vaccination	

	3.5 Vaccination rage (+ passeport, sérologie...)
	3.6 Prise en charge d'un problème à la vaccination (→encadrant)
4. Prévention des parasitoses courantes L'adaptation de la stratégie après évaluation du risque est une priorité	4.1 Dépistage d'ectoparasites cutanés et auriculaires ; conseils relatifs au dépistage des parasites internes ; soins d'oreille (réalisation et formation du propriétaire)
	4.2 Prescription contre les parasites externes (traitement + conseil)
	4.3 Prescription contre les parasites internes (traitement + conseil)
5. Gestion de l'individu et de son entretien tout au long de sa vie	5.1 Vérification et ajustement d'une ration alimentaire ; conseil en nutrition courante
	5.2 Conseil en suivi de croissance, contraception et stérilisation → adressage en Repro
	5.3 Conseil en médecine de l'animal senior (nutrition/détartrage/IRC, mobilité, vue/audition...)
	5.4 Conseil en prévention des maladies génétiques ; réalisation d'un prélèvement pour dépistage génétique

ANNEXE II : Correction proposée pour les étudiants ciblant les puces, tiques, moustiques et phlébotomes

Retour sur votre choix de parasites

Vous avez choisi de traiter Oural contre les puces, les tiques, les moustiques et les phlébotomes. En effet, elle est exposée à des puces et tiques toute l'année, à des moustiques en saison estivale et à des phlébotomes en juillet et en août lorsqu'elle voyage en région méditerranéenne.

Le traitement le plus adapté à sa situation parmi ceux proposés consiste ainsi en l'option 3 : le Credelio® administré tous les mois sauf en juillet et en août permet une protection efficace contre les puces et les tiques sans présenter de danger pour le chat vivant avec Oural et le Vectra 3D® permet d'assurer une protection vis à vis des moustiques et des phlébotomes et ne présente pas de dangers pour le chat puisqu'Oural n'a aucun contact avec lui au cours de cette période.

Les conseils à prodiguer sont les suivants :

- chercher et retirer les tiques présentes à l'aide d'un crochet adapté au retour de chaque promenade
- ne pas appliquer le Vectra 3D® sur le chat, ne pas l'appliquer sur Oural si des contacts rapprochés avec un chat sont à prévoir.
- mettre des gants pour l'application du Vectra 3D® et bien se laver les mains après. Ne pas mouiller Oural dans les 48h précédant ou suivant l'application.
- administrer le Credelio® au cours d'un repas

Quelles informations auriez-vous du trouver ?

En questionnant le propriétaire, vous apprenez ceci :

Oural est un chien Jack Russell femelle stérilisée de 4 ans qui vit en maison avec accès à l'extérieur. Elle est régulièrement promenée en forêt en région Ivoironnaise et se baigne dans des cours d'eau.

Oural a régulièrement des contacts avec d'autres chiens.

Elle est vermifugée tous les 3 mois à l'aide de Milbemax® et traitée contre les parasites externes à l'aide de Frontline® à des fréquences irrégulières.

Elle vit avec un chat à l'exception des mois de juillet et août, ils sont très proches à la maison. Ce chat est correctement vacciné, vermifugé tous les 3 mois et irrégulièrement traité contre les parasites externes. Il a accès à l'extérieur.

Oural voyage en région méditerranéenne tous les ans en juillet et en août, elle n'est pas en contact avec des chats à cette période. Elle est alors exposée à des phlébotomes qui peuvent être porteurs de leishmaniose.

Elle est en contact avec des enfants tous les ans en juillet et en août.

En réalisant votre examen clinique, vous apprenez ceci :

Oural présente des signes de présence de puces : vous avez identifié des crottes de puces à l'examen de sa peau et de ses poils.

Le reste de l'examen clinique ne présente pas d'anomalie.

En consultant son carnet de santé, vous apprenez ceci :

Oural est un chien Jack Russell femelle de 4 ans, correctement vaccinée CHPPiL4 et identifiée par une puce électronique.

Elle est vermifugée à l'aide de Milbemax® et traitée contre les parasites externes à l'aide de Frontline® mais il semble y avoir des oublis dans la tenue du carnet.

ANNEXE III : Questionnaire proposé aux utilisateurs de l'activité

Retour sur activité

* Indique une question obligatoire

1. Votre nom et prénom *

2. Le recueil d'informations par questionnement du propriétaire est *

Plusieurs réponses possibles.

- Facile à comprendre
 Facile à réaliser
 Difficile à comprendre
 Difficile à réaliser
 Incomplet
 Suffisamment complet pour l'objectif de cette activité
 Autre : _____

3. Le recueil d'informations par réalisation de l'examen clinique et l'accès au carnet *
de santé est

Plusieurs réponses possibles.

- Facile à réaliser
 Facile à comprendre
 Difficile à réaliser
 Difficile à comprendre
 Incomplet
 Contient suffisamment d'informations
 Autre : _____

4. L'étape d'identification des dangers est *

Plusieurs réponses possibles.

- Claire
 Difficile à comprendre
 Facile à réaliser
 Difficile à réaliser
 Autre : _____

5. L'étape d'identification des facteurs favorisant ou limitant l'exposition est *

Plusieurs réponses possibles.

- Claire
- Facile à réaliser
- Difficile à comprendre
- Difficile à réaliser
- Autre : _____

6. L'étape d'évaluation des risques est *

Plusieurs réponses possibles.

- Claire
- Facile à réaliser
- Difficile à réaliser
- Difficile à comprendre
- Autre : _____

7. L'étape de choix des traitements est *

Plusieurs réponses possibles.

- Claire
- Facile à réaliser
- Difficile à réaliser
- Difficile à comprendre
- Autre : _____

8. Avez-vous rencontré des problèmes techniques, si oui lesquels ? *

DEMARCHE D'ANALYSE DE RISQUE EN MEDECINE PREVENTIVE : DEVELOPPEMENT D'UNE SIMULATION VIRTUELLE DE CONSULTATION

Auteur

KRUTTEN Anne-Sophie

Résumé

L'apprentissage par simulation occupe une place de plus en plus importante dans la formation des étudiants de la santé humaine et vétérinaire. Elle permet de développer des compétences techniques, de mobiliser des connaissances dans un scénario précis ou encore d'améliorer la communication et le travail d'équipe. Plus récemment, l'apport des nouvelles technologies a permis de créer des activités de simulation plus réalistes favorisant l'engagement des étudiants dans leur formation. Cependant, l'usage de ces nouvelles technologies ne peut complètement se substituer à un apprentissage en présentiel en raison de leur impact sur la santé mentale des étudiants et des contraintes techniques associées.

Dans ce contexte, cette thèse s'intéresse à la création d'une activité de simulation virtuelle de consultation ayant pour but de faciliter la transition entre apprentissage théorique et mise en pratique des connaissances. Cette activité cible particulièrement la démarche d'analyse de risque en médecine préventive pour les étudiants vétérinaires de VetAgro Sup. Les différentes étapes de la création de l'activité sont développées afin que l'activité puisse être facilement adaptée à d'autres situations. Enfin, les retours des étudiants ayant permis d'optimiser la prise en main de l'activité et d'évaluer leur satisfaction sont également présentés.

Mots-clés

Analyse de risque, Simulation, Pédagogie, Médecine préventive

Jury

Président du jury : Pr **GILOT-FROMONT Emmanuelle**

Directeur de thèse : Dr **LEGROS Vincent**

2ème assesseur : Pr **CALLAIT-CARDINAL Marie-Pierre**