

PATIENTS VIRTUELS POUR L'APPRENTISSAGE DU RAISONNEMENT CLINIQUE : ATOUTS ET LIMITES, ETAT DES LIEUX ET CREATION D'UNE PLATEFORME DE CAS CLINIQUES VETERINAIRES EN LIGNE

THESE
pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

RANGER Louise

Née le 21/12/1995 à MILAN (Italie)

Directeur de thèse : M. Xavier NOUVEL

JURY

PRESIDENT :
M. Thomas GEERAERTS

Professeur à l'Université Paul Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Xavier NOUVEL
Mme Annabelle MEYNADIER

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeure à l'Ecole Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYENKO Nathalie**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales règlementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS,

Professeur des Universités
Praticien hospitalier
Anesthésie-Réanimation

*Qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de thèse.
Hommages respectueux.*

A Madame le Docteur Annabelle MEYNADIER,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Alimentation

*Qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de thèse.
Sincères remerciements.*

A Monsieur le Docteur Xavier Nouvel,

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie de la reproduction

*Pour votre disponibilité, votre aide précieuse, et votre soutien lors de la
direction de ce travail.
Sincère reconnaissance.*

A Monsieur Jérôme ANDRE,

Développeur WEB

*Pour ton soutien, ton enthousiasme et ta participation essentielle à ce projet,
Sincères remerciements.*

TABLE DES MATIERES :

TABLE DES MATIERES :	7
LISTE DES FIGURES	11
LISTE DES TABLEAUX	13
LISTE DES ANNEXES :	14
LISTE DES ABREVIATIONS :	15
INTRODUCTION :	16
PARTIE I Apports et limites des cas cliniques virtuels dans l'apprentissage du raisonnement clinique vétérinaire :	18
I. Vers un apprentissage et une évaluation par compétences :	18
<i>A Qu'est-ce que l'apprentissage par compétence ?</i>	<i>18</i>
<i>B Compétences attendues chez un vétérinaire jeune diplômé :</i>	<i>19</i>
<i>C Cas particulier du raisonnement clinique :</i>	<i>20</i>
1 Le concept de « raisonnement clinique » :	20
2 Les processus cognitifs en jeu dans le raisonnement clinique :.....	21
3 Limites de l'apprentissage passif dans l'acquisition du raisonnement clinique :.....	22
II. Apport du e-learning	23
<i>A Qu'est-ce que le e-learning ou apprentissage en ligne ?</i>	<i>23</i>
<i>B Apport du e-learning dans l'enseignement vétérinaire</i>	<i>23</i>
III. Cas cliniques en ligne et raisonnement clinique	25
<i>A Définitions et caractéristiques du cas clinique virtuel ou « virtual patient » :</i>	<i>25</i>
1 Un outil technologique classique dans la formation du personnel de santé :.....	25
2 Caractéristiques du cas clinique virtuel.....	26
<i>B Intérêts des cas cliniques virtuels dans l'apprentissage du raisonnement clinique ..</i>	<i>27</i>
1 Evaluation de l'efficacité des patients virtuels dans l'apprentissage de compétences et de connaissances :.....	27
2 Intérêts spécifiques des PV dans l'apprentissage :	28

3	Un intérêt particulier dans l'apprentissage du raisonnement clinique :.....	29
C	<i>Limites</i>	30
D	<i>Points clé de réussite</i> :	31
1	Accessibilité de l'outil	32
a	Pour les formateurs	32
b	Pour les apprenants :.....	33
2	Un niveau de difficulté adapté :	33
a	Pour un apprentissage efficace :	33
b	Pour conserver la motivation de l'apprenant :	33
3	Des objectifs pédagogiques bien définis :	34
4	Evaluation et auto-évaluation (connaissances et compétences) :.....	34
5	Degré d'interactivité.....	35
6	Type de construction :	35
7	Présentation du cas étape par étape :	36
8	Entraînement répété	36
9	Qualité du feedback	36
10	Degré de fidélité	38
E	<i>Des plateformes pour éditer des cas cliniques ?</i>	40

PARTIE II Etat des lieux : les plateformes utilisées pour la création de cas cliniques virtuels
.....**42**

I.	Recherche de publications :	42
A	<i>Sur les bases de données</i>	42
B	<i>Test des plateformes</i>	42
C	<i>Le projet e-VIP</i>	42
II.	Critères d'inclusions :	43
III.	Résultats :	43
A	<i>Plateformes non spécialisées dans la réalisation de cas cliniques</i> :	43

1	Les LCMS :.....	44
2	Les logiciels de présentation :	44
3	Intérêts et limites des sites de création d’histoires interactives.....	45
<i>B</i>	<i>Plateformes spécialisées dans la rédaction de cas cliniques en médecine humaine et vétérinaire :</i>	<i>47</i>
1	Accessibilité	47
2	Caractéristiques des cas cliniques :	51
PARTIE III Création d’une plateforme d’édition de cas cliniques en lignes :		55
I.	Caractéristiques et objectifs généraux	55
II.	Réalisation technique :	55
III.	Conception du site internet :	56
<i>A</i>	<i>Inscription et définition du statut de l’utilisateur :</i>	<i>56</i>
<i>B</i>	<i>Interface auteur :</i>	<i>56</i>
1	Une rédaction intuitive et guidée :	57
2	Les étapes du cas clinique :	58
a	Les caractéristiques générales du cas clinique :	58
b	Anamnèse et commémoratifs :	59
c	Examen clinique.....	59
d	Hypothèses diagnostiques :	60
e	Examens complémentaires :	60
f	Diagnostic :	60
g	Traitement :	61
3	Types de questionnaires possibles :	61
4	Feedbacks	61
<i>C</i>	<i>Interface “étudiant” :</i>	<i>62</i>
1	Choix des cas cliniques :	62
2	Rendu du cas clinique dans l’interface étudiant :	62

IV. Limites et perspectives de la plateforme :	64
<i>A En termes d'utilisation :</i>	<i>64</i>
<i>B Fonctionnalités envisagées :</i>	<i>64</i>
1 Construction des cas cliniques :	64
2 Pédagogie :	65
CONCLUSION :	67
BIBLIOGRAPHIE	69
ANNEXES	75

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation du processus hypothético-déductif du raisonnement clinique, du problème clinique à la prise en charge (Nendaz et al. 2005).....	21
Figure 2 : Deux types de constructions de cas cliniques virtuels. (Huwendiek et al. 2009)	27
Figure 3 : Diagramme définissant, pour chaque outil, un objectif pédagogique précis (Cook, Triola 2009)	30
Figure 4- Capture d'écran d'un menu de la plateforme du Case Manager (Byron et al. 2014)	32
Figure 5: Capture d'écran : création d'un nouveau cas clinique sur la plateforme MedicActiv (Medicactiv.com).....	34
Figure 6 : Consignes pour améliorer la qualité des retours en clinique (Ende,1983).....	37
Figure 7: Cas clinique virtuel de Cardiologie sur le site du Royal Veterinary College : insertion de vidéos et de questionnaires (https://www.rvc.ac.uk/review/cardiocases/).....	38
Figure 8 : Capture d'écran de l'interface de création de cas clinique de la plateforme Medicactiv' : choix de la voix du patient (SimforHealth 2019).	39
Figure 9: Capture d'écran du Emergency Case Simulator édité par le Royal Veterinary College (https://www.rvc.ac.uk/review/cases/website/Jess/jess.htm).....	40
Figure 10 : Capture d'écran du logiciel Twine©.....	46
Figure 11 : Page de création de cas cliniques dans le logiciel FACS (Leung et al. 2011).....	49
Figure 12 : Capture d'écran de l'interface auteur de FACS (Leung et al. 2011).....	49
Figure 13 : Capture d'écran de la page de création de compte sur le site	56
Figure 14 : Capture d'écran du site : outil auteur, étape « commémoratifs »	57
Figure 15 : Extrait du document créé pour la construction de la plateforme, étape "Examen clinique".....	58
Figure 16 : Capture d'écran : outil auteur, définition des caractéristiques lors de la création du cas clinique	58
Figure 17 : Capture d'écran : outil auteur, étape "anamnèse"	59
Figure 18 : Capture d'écran : outil auteur, étape examen clinique	60

Figure 19 : Capture d'écran : outil auteur, construction d'un QCM	61
Figure 20 : Capture d'écran : interface étudiant, liste des cas cliniques existants	62
Figure 21 : Capture d'écran : interface étudiant, étape « anamnèse-commémoratifs ».....	63
Figure 22 : Capture d'écran : interface étudiant, étape « Examens complémentaires ». Feedbacks.....	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des plateformes autorisant la création de patients virtuels, tous domaines confondus.....	50
Tableau 2 : Caractéristiques des cas cliniques virtuels par plateforme.....	53

LISTE DES ANNEXES :

ANNEXE 1 : PLATEFORME CASUS.....	76
ANNEXE 2 : PLATEFORME CAMPUS.....	77
ANNEXE 3 : PLATEFORME FORMATIVE ASSESSMENT CASE STUDIES (FACS) :.....	79
ANNEXE 4 : PLATEFORME CASE STUDIES FOR DENTISTRY:.....	82
ANNEXE 5 : PLATEFORME VP-SIM.....	84
ANNEXE 6 : PLATEFORME OPEN LABYRINTH :	86
ANNEXE 7 : PLATEFORME DXR CLINICIAN :	89
ANNEXE 8 : PLATEFORME VET CASE MANAGER	91
ANNEXE 9 : PLATEFORME MEDICACTIV	93

LISTE DES ABREVIATIONS :

PV : Patient virtuel

ENV : Ecole Nationale Vétérinaire

FACS : Formative Assessment Case Studies

QCM : Questionnaire à choix multiples

Q : questionnaire (tableau 2)

I : Interaction avec le patient (tableau 2)

T : Limite de temps (tableau 2)

B : Limite budgétaire (tableau 2)

L : Modélisation du lieu de consultation (tableau 2)

P : Modélisation du patient (tableau 2)

M : Intégration de fichiers multimédias (tableau 2)

INTRODUCTION :

L'exercice de la médecine vétérinaire mobilise un champ large de connaissances et de compétences. L'évolution du statut de l'animal dans la société implique par ailleurs une augmentation de l'exigence des propriétaires en matière de soins prodigués à leurs animaux. A cela s'ajoute le développement des médecines spécialisées et les avancées de la médecine (en termes de connaissances et d'outils disponibles).

Parallèlement, le nombre d'étudiants formés dans les établissements d'enseignement vétérinaire français est en augmentation, le *numerus clausus* a été réhaussé de 38% ces onze dernières années (Halfon 2021). Ainsi, les écoles doivent faire appel à des stratégies permettant de répondre aux nouvelles exigences d'une formation de plus en plus spécialisée tout en composant avec des contraintes en termes de moyens et de personnel.

Par ailleurs, au travers d'un rapport sur la formation du personnel médical grâce à la simulation, la Haute autorité de santé (HAS) posait début 2012 un principe fondamental « jamais la première fois sur le patient » (Granry, Moll 2012). Avec l'évolution de la considération de l'animal, ces exigences éthiques gagnent le milieu vétérinaire et il devient indispensable pour les étudiants vétérinaires d'être formés à des gestes et des pratiques en simulation avant de les réaliser sur des animaux vivants.

Le développement des moyens numériques à usage pédagogique (cours en ligne, examens en ligne, jeux sérieux...) amorcé ces dernières années offre des pistes pour répondre aux enjeux actuels de la formation en santé humaine comme vétérinaire et a été accéléré par la situation de pandémie récente. Parmi les pistes envisagées, la recherche s'intéresse à l'apprentissage au travers de cas cliniques virtuels, aussi appelés patients virtuels (PV) en complément de l'expérience clinique. Bien que le développement de patients virtuels dans la formation en santé existe depuis quelques années (première publication concernant un cas clinique virtuel en 1966 (Bitzer 1966)), il reste une limite à leur utilisation à grande échelle : le coût de leur mise en place, en termes de financements mais également de temps engagé par les formateurs dans la création de nouveaux PV.

Ce manuscrit aborde les intérêts et limites de l'utilisation des patients virtuels dans l'apprentissage du raisonnement clinique vétérinaire, puis proposera une revue des plateformes existantes permettant de créer des cas cliniques virtuels dans le domaine de la

santé. Enfin, il détaillera les étapes de la création d'une plateforme d'édition de cas cliniques vétérinaires en ligne avec le double objectif d'apporter aux étudiants un moyen complémentaire à l'expérience clinique pour s'entraîner à la compétence de raisonnement clinique, et de limiter le temps investi par les formateurs dans la création d'outils numériques d'apprentissage.

PARTIE I Apports et limites des cas cliniques virtuels dans l'apprentissage du raisonnement clinique vétérinaire :

I. Vers un apprentissage et une évaluation par compétences :

A Qu'est-ce que l'apprentissage par compétence ?

L'enseignement basé sur la transmission de connaissances, d'une personne réputée experte à une personne réputée novice (encyclopédisme) se base entre autres sur le principe de « l'antériorité de la théorie sur la pratique ». Il met l'accent sur l'acquisition d'une base de connaissance avant toute chose (Tardif 1998). Selon Tardif, ce concept souffre de limitations dont « l'inertie des connaissances », le « faible niveau de motivation scolaire » et la « baisse de l'estime de soi académique ». L'efficacité de cette forme d'apprentissage est d'autant plus remise en question depuis la démocratisation de l'enseignement et la scolarisation de masse. L'apprentissage par compétences tente de répondre à ces limites.

Le dictionnaire de l'Académie française définit le concept de compétence comme une « Capacité, fondée sur un savoir ou une expérience, que l'on reconnaît à une personne » (Académie Française). A cela Tardif ajoute le cheminement nécessaire à l'acquisition d'une compétence en la définissant comme : « un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations ».

Il apparaît ainsi que la compétence est indissociable de la connaissance, non seulement parce que la première s'appuie par définition sur la mobilisation de la seconde, mais également parce que par ce mécanisme, elle permet l'ancrage de ces mêmes connaissances, et l'acquisition de nouvelles connaissances. Il est donc nécessaire de la considérer non seulement comme un objectif, mais également comme un outil d'apprentissage.

Enfin, l'enseignement par compétence implique par définition une démarche active de l'apprenant, nécessitant un certain engagement de sa part, et donc une mise en forme particulière de la part du formateur. En effet, il ne s'adapte pas au format « cours magistraux » dispensés dans le cadre de l'encyclopédisme selon Tardif.

B Compétences attendues chez un vétérinaire jeune diplômé :

L'apprentissage basé sur les compétences dans le domaine de la santé est mentionné dans la littérature dès 1978 même si les institutions ne se penchent sur la question de son intégration dans le curriculum que bien plus tard (Jr et al. 2010). En effet, le domaine de la santé, dont la médecine vétérinaire, n'a pas échappé à l'évolution du format d'enseignement. Ainsi, la formation initiale des professionnels de santé inclut maintenant l'apprentissage de compétences définies et leur évaluation (Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, ministère de l'agriculture et de la pêche 2007).

Les études des professionnels de la santé font souvent appel à une grande quantité de connaissances et de compétences. Si auparavant, l'évaluation se concentrait sur le niveau de connaissances du diplômé, il devient essentiel de s'assurer aujourd'hui qu'à la fin de la formation initiale, celui-ci possède les compétences attendues dans son domaine. L'apprentissage basé sur l'ancien paradigme de la transmission simple de connaissances ne permet pas aux organismes de formation de s'assurer de l'acquisition des compétences nécessaires aux jeunes professionnels de la santé. Ainsi, ce sujet fait naître un intérêt grandissant du côté des acteurs des formations des professionnels de la santé incluant les vétérinaires (Jr et al. 2010).

Le Référentiel d'activité professionnelle et de compétences à l'issue des études vétérinaires établit la liste des compétences attendues chez un vétérinaire, en distinguant :

Les compétences spécifiques :

- Conseiller – Prévenir
- Etablir un diagnostic : Anamnèse, commémoratifs, hypothèses diagnostiques hiérarchisées, établissement d'un diagnostic. Le vétérinaire recueille des informations, formule des hypothèses, les hiérarchise et établit un diagnostic. Il réalise des examens complémentaires appropriés si nécessaire.
- Soigner-Traiter : traitement médical ou chirurgical.
- Agir pour la santé publique

Les compétences transversales :

- Travailler en entreprise
- Communiquer
- Agir en scientifique
- Agir de manière responsable

Ce référentiel (Direction générale de l'enseignement et de la recherche 2017) constitue une base de travail pour les organismes formateurs qui se doivent d'intégrer et d'évaluer ces compétences dans le curriculum.

C Cas particulier du raisonnement clinique :

1 *Le concept de « raisonnement clinique » :*

Le raisonnement clinique est défini comme : « les processus de pensée et de prise de décision qui permettent au clinicien de prendre les actions les plus appropriées dans un contexte spécifique de résolution de problèmes de santé » (Harris 1993). Il implique pour le clinicien de mobiliser ses connaissances, afin de réaliser la synthèse des informations obtenues de différentes sources (anamnèse, examen clinique, examens complémentaires), d'établir un diagnostic et de mettre en place un plan thérapeutique (Cook, Triola 2009).

Parmi les compétences spécifiques cités dans le référentiel d'activité vétérinaire, le raisonnement clinique regroupe les suivantes : « établir un diagnostic », « Soigner-traiter » et « agir en scientifique ».

Les étapes du processus permettant d'arriver au diagnostic sont détaillées dans une publication de Nendaz (Nendaz et al. 2005), de la présentation du problème clinique au diagnostic. Il est possible d'étendre cette description à l'étape de prise en charge (Figure 1).

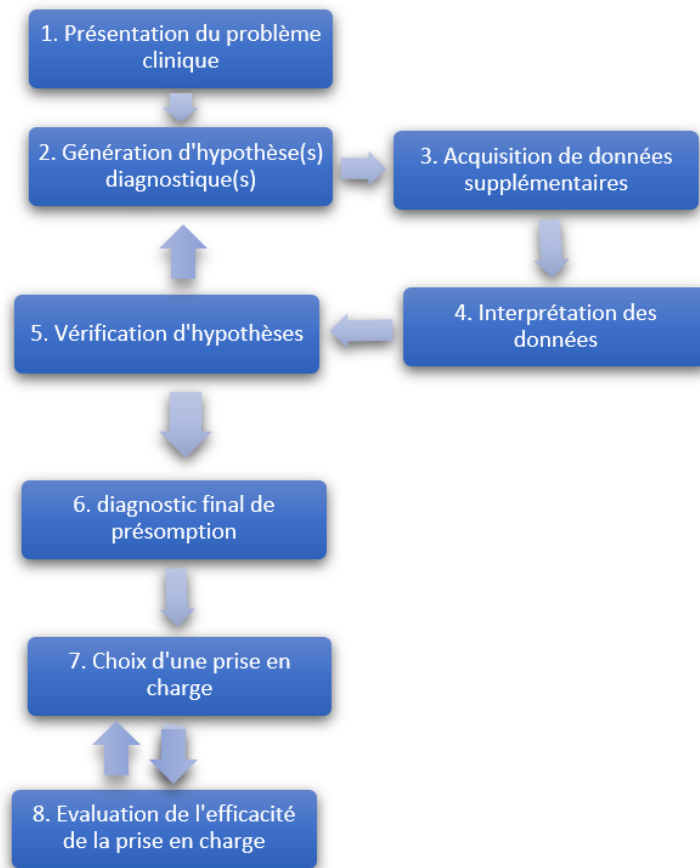


Figure 1 : Représentation du processus hypothético-déductif du raisonnement clinique, du problème clinique à la prise en charge (d'après Nendaz et al. 2005)

2 Les processus cognitifs en jeu dans le raisonnement clinique :

Selon le niveau du personnel médical (étudiant à expert), les mécanismes mis en jeu pour arriver à un diagnostic diffèrent. Schmidt H. et Pikers R. décrivent ces cheminements, du plus récent à se mettre en place dans l'apprentissage au plus tardif (Schmidt, Rikers 2007) :

- Approche physiopathologique : description des causes et conséquences de chaque maladie / symptôme, en établissant des réseaux détaillés entre chaque élément. Cette approche demande un important effort cognitif.
- « Encapsulation » de ces réseaux, en les organisant sous forme de syndromes, de diagnostics différentiels.
- Ajout des « scripts cliniques », basés sur les cas déjà rencontrés par le clinicien, en parallèle des connaissances acquises en pratique.
- Enregistrement de ces différents « scripts cliniques » comme des exemples des différentes maladies/syndromes.

Les premiers mécanismes nécessitent, comme toute compétence, une mobilisation forte des connaissances à chacune de ces étapes, notamment dans les domaines de la physiologie, de l'anatomie, de la biologie médicale, de l'imagerie et de la thérapeutique.

A la mobilisation de ces connaissances et compétences fondamentales s'ajoute, avec l'expérience, le processus basé sur l'existence de « scripts cliniques ». Ce sont les cas déjà rencontrés dans l'expérience du clinicien avec lesquels celui-ci compare le nouveau problème clinique. Il est moins exigeant sur le plan cognitif que le pur raisonnement physiopathologique et très fonctionnel. Par principe, plus le clinicien ou l'étudiant acquiert de l'expérience, plus il enregistre de « scripts cliniques » et plus cet outil devient efficace, en termes de diagnostic et de prise en charge (Nendaz et al. 2005).

Les études s'intéressant au processus de raisonnement clinique chez les médecins suggèrent qu'une réussite concernant un sujet (formulation de la bonne hypothèse diagnostique après recueil de l'anamnèse et examen clinique) ne prédirait pas une réussite sur un sujet différent (Norman 2005). La compétence de raisonnement clinique n'est donc pas à priori une compétence transversale ou imputable à une personne, mais plutôt une compétence spécifique d'un type de contenu (quel domaine médical, quel type de patient). Il est ainsi évident que le succès en termes de capacité à diagnostiquer et à traiter est relié au degré de connaissances et d'expertise dans le domaine. Par ailleurs, il semblerait que l'expérience clinique (et le nombre de cas rencontrés) soit un autre facteur de réussite, non seulement par l'acquisition et l'ancrage de connaissances mais également dans le cadre de l'utilisation de ces scripts cliniques. Ces derniers montrent tout de même des limites pour le diagnostic de maladies rares et il est important de préciser qu'ils ne doivent pas être utilisés indépendamment des autres processus mis en jeu (diagnostic différentiel).

3 Limites de l'apprentissage passif dans l'acquisition du raisonnement clinique :

Si la compétence de raisonnement clinique nécessite une base importante de connaissances fondamentales, il est nécessaire de ne pas se limiter à la transmission de ces dernières.

Comme mentionné précédemment, l'engagement de l'apprenant est nécessaire dans l'apprentissage et notamment dans l'acquisition de connaissances (Tardif 1998). Si l'apprentissage passif permet de transmettre une grande quantité de connaissances par différents moyens (cours magistraux, livres...), il relègue l'étudiant au rôle de spectateur. Or

selon Tardif, pour apprendre, il faut reconnaître « ne pas savoir », ce qui nécessite une démarche active.

Par ailleurs, dans le domaine de l'acquisition de compétences, l'apprentissage passif est limité pour les mêmes raisons. Le processus hypothético-déductif du raisonnement clinique détaillé précédemment nécessite des capacités cognitives difficiles à acquérir sans entraînement. De plus, le processus faisant appel aux « scripts cliniques » nécessite une expérience qui, si l'étudiant ne connaît qu'un enseignement « passif », ne se construit pas avant le début de son activité en clinique. En résumant les différents processus impliqués dans le raisonnement clinique, plusieurs études soulignent l'importance d'une confrontation aux problèmes cliniques tôt dans le curriculum d'un étudiant en santé (Schmidt, Rikers 2007, Charlin et al. 2007).

Enfin, à cela s'ajoutent les effets de l'encyclopédisme sur l'étudiant décrits par Tardif : perte de motivation, manque de confiance en soi. La motivation de l'apprenant est une nécessité à l'apprentissage, et l'apprentissage actif utilisé à bon escient est plus motivant que l'apprentissage passif (Soucisse et al. 2003).

II. Apport du e-learning

A Qu'est-ce que le e-learning ou apprentissage en ligne ?

D'après le dictionnaire Larousse, le e-learning est un « mode d'apprentissage requérant l'utilisation du multimédia et donnant accès à des formations interactives sur internet ». S'il n'existe pas de consensus clair sur la définition du concept de e-learning (Vaona et al. 2018), il apparaît cependant que celui-ci inclut toujours les notions d'outil d'apprentissage, d'utilisation de supports électroniques et d'Internet. Il regroupe une large variété d'outils, allant de la plateforme simple permettant l'organisation d'un enseignement et la gestion de contenu à la plateforme interactive (Chassangue 2013).

B Apport du e-learning dans l'enseignement vétérinaire

Les avantages du e-learning en tant qu'outil d'apprentissage sont multiples :

Grace à la démocratisation des outils numériques et l'accès à internet dans une grande majorité de lieux publics comme privés, il permet un accès à l'enseignement à distance pour

une grande majorité des apprenants. Une majorité d'étudiant explique en effet avoir une certaine aisance dans l'utilisation d'outils en ligne (AAMC 2007), et ils se sentent plus actifs dans l'apprentissage quand celui-ci inclut des outils technologiques (Byron et al. 2014), (AAMC 2007). Les étudiants accueillent positivement les outils numériques dans l'apprentissage, et trouvent l'information plus attractive sur ordinateur que sur papier. L'effort cognitif nécessaire pour ancrer les connaissances en anatomie canine dans la mémoire à long terme serait moins important sur un support multimédia que sur un support papier (Khalil et al. 2010).

Le e-learning autorise également une certaine souplesse spatiotemporelle, dans la mesure où l'apprenant peut choisir le moment et le lieu de l'apprentissage (Prat 2008). Il est possible, si le formateur l'estime nécessaire, de fixer des limites ou un temps minimum accordé à l'apprentissage qu'il a mis en place. Dans le cadre des études vétérinaires à partir de la quatrième année du cursus, la majorité du temps est consacrée à l'activité clinique. Le e-learning présente alors l'avantage d'une accessibilité de contenu pour l'étudiant qui peut aménager son temps consacré à l'acquisition de connaissances par des révisions et des exercices d'entraînements.

Le e-learning présente également un intérêt sur le plan économique. Là où l'apprentissage passif mobilise un formateur pour un nombre limité d'étudiant, le e-learning met à disposition des contenus utilisables par un grand nombre. Il peut certes être coûteux (en temps ou en argent) au moment de sa mise en place (appropriation de l'outil numérique, création de contenu, intégration au cursus) mais il est ensuite utilisable sur la durée et accessible pour tous. Certains outils numériques interactifs peuvent ainsi permettre de remplacer en partie des séances de travaux dirigés et mobiliser des moyens humains moins importants. Le pan interactif du e-learning, comprenant des exercices pratiques, répétés, avec des « *feedbacks* », semble donner de bons résultats dans le domaine de la formation médicale (Cook, Levinson, et al. 2010). Si un outil numérique permet de remplir les mêmes objectifs que des leçons menées par un formateur, il devient très rapidement rentable économiquement. En 1988, la plateforme Planalyzer donne accès à diverses ressources aux étudiants de 3^{ème} année de médecine et leur permet notamment de s'entraîner sur des cas cliniques. Sur trois ans, la plateforme a non seulement prouvé sa supériorité en terme d'outil

d'apprentissage, mais a également permis de remplacer 96 heures de classe en amphithéâtre (Beck et al. 1989).

Selon l' « Association of American Medical Colleges », les outils d'enseignement impliquant les nouvelles technologies permettent l'apprentissage dans un environnement sécurisé et favorisent une standardisation de l'enseignement et de l'évaluation, tout en s'affranchissant des contraintes de lieu et de temps (AAMC 2007).

En termes d'efficacité d'enseignement, le e-learning de manière générale n'apparaît pas plus performant que l'apprentissage « classique ». Cependant, l'association de l'apprentissage classique et du e-learning, ou « Blended Learning », semblerait plus efficace en terme d'acquisition de connaissances que l'enseignement classique seul (Liu et al. 2016). Le e-learning regroupant une très large variété d'outils, il est plus intéressant de définir l'efficacité de chaque outil séparément.

III. Cas cliniques en ligne et raisonnement clinique

A Définitions et caractéristiques du cas clinique virtuel ou « virtual patient » :

1 Un outil technologique classique dans la formation du personnel de santé :

La mise en situation, ou « case based learning », est utilisée dans une grande variété de corps de métiers. Le patient virtuel (PV) en est un exemple appliqué au domaine médical. Il réunit l'apprentissage par cas et le e-learning.

L'« American Association of Medical Colleges » décrit trois des principales technologies utilisées dans l'enseignement médical :

- **L'instruction assistée par ordinateur** : cela regroupe les cours ou les exercices dans lesquels l'ordinateur joue un rôle central dans la délivrance d'information (plateformes d'hébergements de cours) et d'interaction avec les apprenants (QCM rédigé par un formateur, et réalisable sur la plateforme pédagogique numérique par exemple). Une partie des tâches réalisées par les formateurs (cours magistraux, TD) est déléguée à l'ordinateur.

- **Les simulateurs de patients** : l'utilisation de mannequins ou de modèles moins développés, reliés ou non à un ordinateur. Cela inclut entre autre les « part-task trainers », plus souvent

intéressants dans l'apprentissage d'un geste technique précis (simulateur de palpation transrectale chez la vache avec la « Haptic Cow » par exemple (Kinnison et al. 2009)). Ainsi, de nombreuses plateformes de simulations vétérinaires (Vetsim, Virtual vet, Virtual critical care, Simuvet en France) sont utilisées pour permettre l'apprentissage des gestes techniques dans le cadre du paradigme « jamais la première fois sur le patient ».

- **Le patient virtuel**, ou cas clinique virtuel, défini comme « un programme spécifique, simulant des scénarios cliniques réels » dans lesquels l'apprenant endosse le rôle de soignant en passant par les étapes de la prise d'historique, de l'examen clinique, du diagnostic et de la prise en charge thérapeutique (AAMC 2007). Plus précisément, il peut être défini comme une « simulation de scénarios cliniques sur ordinateur, dans le but d'apprendre, d'enseigner, ou d'évaluer ». Ce sont donc des outils utilisés par différents acteurs (formateurs, apprenants, évaluateurs) (Ellaway et al. 2006). Ici, le support utilisé est le plus souvent un ordinateur, une tablette, un smartphone... Et la simulation concerne le scénario, le problème clinique.

2 Caractéristiques du cas clinique virtuel

Les cas cliniques virtuels existants dans le milieu de l'enseignement médical varient autant dans leurs scénarios que dans leur construction, leurs objectifs, leur degré de difficulté, leur graphisme et les plateformes sur lesquelles ils sont disponibles (Huwendiek et al. 2009). Huwendiek définit quatre catégories de facteurs permettant de caractériser un PV :

- Les facteurs généraux, incluant le titre, la description du scénario, la langue utilisée.
- Les facteurs éducationnels : niveau de difficulté, objectifs pédagogiques
- Le « design pédagogique » : type de construction (linéaire ou à embranchements, Figure 2), mode de narration (à travers le patient, à la troisième personne...), l'interactivité, le support média, les retours et consignes. Ces facteurs sont souvent dépendants des supports utilisés pour créer les patients virtuels, et de ce qu'ils permettent techniquement de mettre en place (graphismes, interactivité, types de fichiers à insérer dans le cas clinique...). Le type de construction influence le temps nécessaire à la création du cas clinique (degré de complexité) et le degré de fidélité (une action influence la suite du cas pour le modèle en branche).

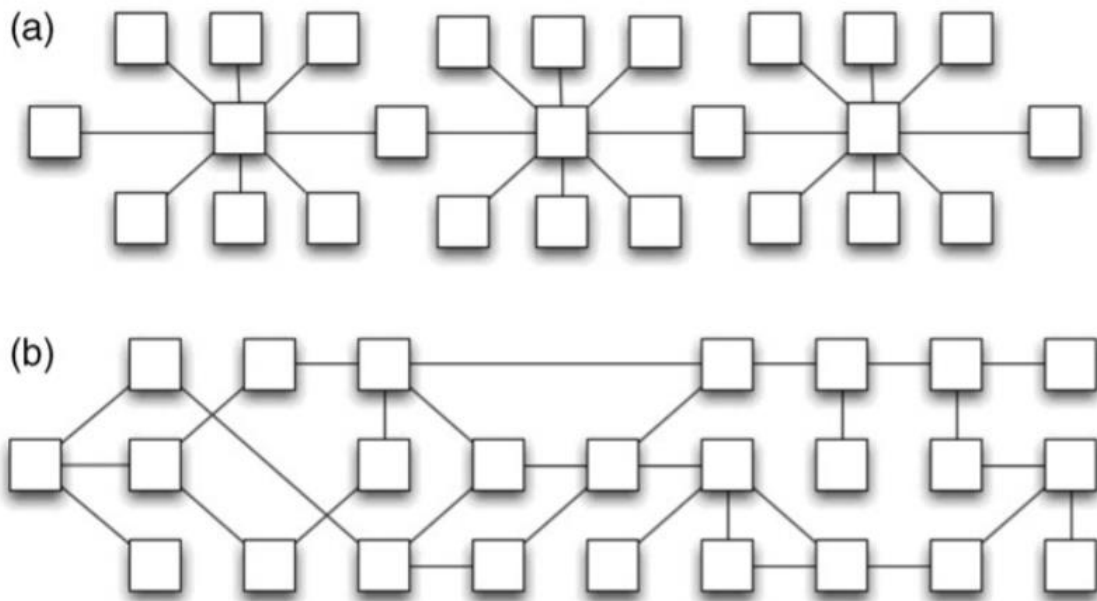


Figure 2 : Deux types de constructions de cas cliniques virtuels. (Huwendiek et al. 2009)

Les carrés représentent les actions des utilisateurs, les écrans ou les choix possibles, et les lignes qui les relient les options permettant de circuler entre elles.

a) Modèle linéaire en collier de perles

b) Modèle en branches

- Les facteurs techniques : le format (Html...), l'accessibilité de la plateforme hébergeant le cas clinique...

B Intérêts des cas cliniques virtuels dans l'apprentissage du raisonnement clinique

Les intérêts liés à l'aspect en ligne du cas clinique virtuel ont été développés dans la partie I, dans les apports du e-learning en matière d'enseignement vétérinaire.

Les intérêts du PV comme outil d'apprentissage du raisonnement clinique, découlent de la notion de mise en situation.

1 Evaluation de l'efficacité des patients virtuels dans l'apprentissage de compétences et de connaissances :

Dans une méta-analyse, Cook cite 12 études comparant les connaissances et compétences des étudiants entraînés sur les patients virtuels et celles des étudiants n'y ayant pas eu accès (Cook, Triola 2009). Huit d'entre elles concluent en faveur de l'utilisation de PV (patients virtuels) dont 6 évaluent l'efficacité en termes d'acquisition de connaissances et 2

s'intéressant aux compétences mesurées à travers des situations réelles, ou bien auto-évaluées.

Dans une autre méta analyse, Cook conclue que l'ensemble de la recherche penche en faveur des patients virtuels en terme d'acquisition de connaissance et d'apprentissage du raisonnement clinique (Cook, Erwin, et al. 2010).

L'« Association of American Medical Colleges » (AAMC) définit une liste des compétences pour lesquelles les cas cliniques virtuels sont intéressants. Ils peuvent ainsi s'avérer utiles lors de l'apprentissage de connaissances fondamentales, pour améliorer la prise de décision et pour l'acquisition d'expérience notamment dans les cas cliniques rares ou critiques (AAMC 2007).

2 Intérêts spécifiques des PV dans l'apprentissage :

Par ailleurs, selon l'AAMC, les patients virtuels présentent de nombreux intérêts :

- Ils permettent de capter l'attention de l'apprenant, en le plaçant dans une démarche active d'apprentissage (face à un problème à résoudre).
- Cette démarche active permet l'atteinte d'un plus haut degré de compréhension d'un problème. En effet, il est crucial que les élèves s'engagent activement dans une démarche de recherche et de mise en relation de données sinon la quantité de connaissances construites est limitée. Ces dernières années, les recherches portant sur la motivation scolaire ont mis en évidence l'importance de l'engagement et de la persistance des élèves dans le processus de construction de connaissances. En 2001, McCune et Entwistle définissent les mécanismes impliqués dans une approche « en profondeur » de l'apprentissage. En première place sont cités « l'intérêt actif » et « l'engagement personnel » (McCune, Entwistle 2000). L'engagement actif serait encouragé par les cas cliniques virtuels permettant un certain degré d'interactivité (questions/réponses) (Allenspach et al. 2008).
- Ils permettent d'informer les apprenants sur les objectifs pédagogiques en termes de connaissances mais également de compétences et comportements, et rendent les attentes du formateur concrètes pour l'étudiant.

Par ailleurs, les cas cliniques virtuels, permettraient un apprentissage autonome de la part de l'étudiant, combinant à la fois le travail pratique (mise en situation) et l'absence de

formateur au moment de l'apprentissage. L'efficacité du cas clinique virtuel en ce qui concerne l'apprentissage en autonomie a été mesurée en 2003, au Royal Veterinary college, chez des étudiants de 3eme année (Allenspach et al. 2008). La plupart (86.4%) des étudiants interrogés dans le cadre de l'étude estiment qu'ils étaient capables de travailler sur les cas cliniques qui leur étaient proposés sans accompagnement par un enseignant.

Kneebone ajoute à cela, les avantages de la simulation (Kneebone 2003) :

- Le contenu de l'apprentissage et son organisation ne sont pas dépendants des besoins d'un patient. Les étudiants peuvent apprendre dans un environnement sécurisé, aussi longtemps qu'ils le veulent et autant de fois qu'ils le souhaitent, en se concentrant sur un sujet de leur choix.
- Il est possible pour l'apprenant de se tromper (décrit ici dans le cadre des étudiants en chirurgie, cette déclaration peut s'étendre à une grande variété de domaines médicaux).
- Il est possible de revenir en arrière pour analyser le chemin pris par l'apprenant, dans un but d'évaluation ou d'auto-évaluation.
- La possibilité d'intégrer une correction et des retours immédiats sur le travail de l'apprenant à chaque étape de la simulation, est un outil pédagogique très efficace.

3 Un intérêt particulier dans l'apprentissage du raisonnement clinique :

Si les patients virtuels sont intéressants dans l'apprentissage de connaissances, Cook et al. se demandent si d'autres outils plus économiques ne remplissent pas aussi bien cet objectif (Cook, Triola 2009). Des études comparant l'efficacité des PV à celle d'autres outils en termes d'acquisition de connaissances manquent à ce jour.

On peut en revanche penser que le PV est plus performant pour l'entraînement au raisonnement clinique (Cook, Erwin, et al. 2010), puisqu'il permet de s'entraîner précisément à chaque étape constituant le raisonnement clinique. De plus, l'exposition à une large variété de cas est nécessaire à l'amélioration des performances en terme de raisonnement clinique (Byron et al. 2014). Le PV se révèle donc intéressant en complément de l'expérience clinique qui reste variable selon les cas rencontrés et les stages effectués par l'étudiant.

Cook et al. proposent ainsi d'associer à chaque outil disponible un objectif pédagogique pour lequel il est efficace. La supériorité de chaque outil dans chacun des domaines associés reste à prouver (Figure 3).

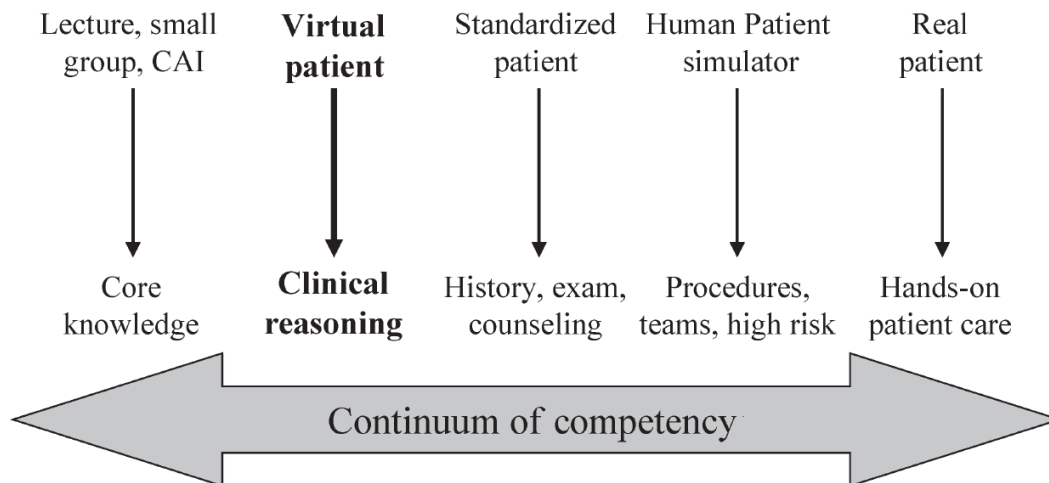


Figure 3 : Diagramme définissant, pour chaque outil, un objectif pédagogique précis (d'après Cook, Triola 2009)

C Limites

De nombreux cas cliniques existent dans le domaine de la santé humaine et vétérinaire afin de permettre aux étudiants de s'entraîner (Byron et al. 2014). Les plateformes permettant de créer des cas cliniques virtuels et de les mettre à la disposition des étudiants fleurissent.

Cependant, la littérature soulève diverses limites aux cas cliniques virtuels dans l'apprentissage de la médecine :

Le temps nécessaire à un formateur pour rédiger un seul cas clinique et le mettre à la disposition des étudiants est la limite principale de cet outil. Dans le cadre d'une étude de l'efficacité des cas cliniques virtuels dans l'investissement des étudiants de troisième année au Royal Veterinary College à Londres, trois cas cliniques ont été créés à l'aide d'une plateforme de e-learning, (non spécialisée dans l'édition de cas cliniques). Les auteurs précisent qu'il a fallu en moyenne 18h de travail pour chaque cas clinique mis en place malgré une formation préalable des instructeurs à l'utilisation de la plateforme et au e-learning (Allenspach et al. 2008). Dans la même étude, des cas cliniques réalisés sur Powerpoint® ont nécessité en moyenne trois heures de temps de travail chacun. Ils permettent cependant un degré d'interactivité limité (impossible de demander à l'étudiant

de donner des réponses au cours du cas clinique). En Pennsylvanie, une étude de 5 ans sur le développement de cas cliniques virtuels dans une Université de Médecine conclut à une durée de 15 à 30 heures par cas clinique développé (sans précision sur la plateforme utilisée). On peut imaginer que pour un temps investi au départ, un cas clinique permettant l'auto-apprentissage est sur le long terme rentable, le formateur n'étant pas ou peu mobilisé une fois le cas clinique mis en place. Cependant, la diversité des situations nécessaire à l'efficacité de ce mode d'enseignement demande un investissement de départ non négligeable.

Le coût est un des freins principaux de la mise en place de ces cas cliniques, au sein d'universités dont les moyens sont limités (Huang et al. 2007). Les plateformes permettant la mise en place de cas cliniques sont coûteuses à mettre en place (nécessité de mobiliser une équipe pédagogique formée au développement ou de faire appel à une entreprise externe).

Le degré de fidélité est dépendant de la complexité du cas clinique et donc de celle du programme utilisé pour le créer. Elle reste limitée et ne prend pas en compte l'interaction physique avec le patient, les principales interactions de l'apprenant avec l'outil sont une souris ou un clavier d'ordinateur. Elle n'est cependant pas toujours corrélée à une plus grande efficacité dans l'enseignement. Il convient surtout de définir quel est l'objectif pédagogique du PV (AAMC 2007).

Par ailleurs, concernant la médecine vétérinaire, les plateformes existantes sont peu adaptées car ne prennent pas en compte de nombreux facteurs influençant la pratique de la médecine vétérinaire comme les moyens limités ou la médecine de population (Byron et al. 2014).

D Points clé de réussite :

L'investissement humain et financier nécessaire à la mise en place de tels outils implique d'apporter une attention particulière à l'efficacité pédagogique de ces derniers. Différentes caractéristiques ont été décrites dans la littérature comme nécessaires à l'efficacité de ces outils dans un cursus. Les preuves manquent encore pour établir une liste de points clés essentiels dans la conception des cas cliniques (Cook, Erwin, et al. 2010).

Dans une revue concernant 100 études sur l'apprentissage par cas dans diverses disciplines, Kim propose une liste de points clés à prendre en compte dans le développement de ces

outils. Parmi ces 100 rapports, 51 concernaient le domaine médical, dont 4 la médecine vétérinaire (Kim et al. 2006).

1 Accessibilité de l'outil

a Pour les formateurs

Une plateforme (site internet, application...) peut permettre d'héberger et/ou d'éditer des cas cliniques virtuels.

Le temps nécessaire à la mise en place d'un cas clinique peut être diminué en facilitant l'accès des auteurs de cas cliniques à la plateforme hébergeant les patients virtuels. Pour cela, plusieurs aspects entrent en compte :

- Le support sur lequel la plateforme est accessible (ordinateur, tablette, smartphone).
- La maîtrise de l'outil par les formateurs et l'investissement nécessaire pour l'acquérir.
- La nécessité ou non de préparer l'utilisation de l'outil (installation, configuration, ou simple inscription sur un site web en ligne...)
- La mise en place ou non d'une forme standardisée de cas cliniques avec une liste d'étapes et de questionnaires formatés à remplir.
- La mise en place de cases à cocher ou de menus déroulants peut permettre un gain de temps dans le cadre de la rédaction de cas cliniques simples. C'est le choix réalisé par Byron, lors du développement d'une plateforme de création de cas cliniques vétérinaires (Byron et al. 2014), (Figure 4).

Signalment & History : Edit

Required fields denoted with an asterisk (*).

* Discipline

* Species

Breed

Age

Sex

Body Systems

Name

select disciplines
Anatomic Pathology
Anesthesiology
Clinical Pathology
Communication
Epidemiology
General Medicine
Physiology
Preventive Medicine
Production Medicine
Radiology
Surgery

+ Add New Species

Select the Body Systems

Endocrinology

Kitty

Figure 4- Capture d'écran d'un menu de la plateforme du Case Manager (Byron et al. 2014)

b Pour les apprenants :

Les apprenants apprécient également la facilité d'utilisation (Allenspach et al. 2008). Un des avantages des cas cliniques virtuels reste l'accessibilité n'importe où, n'importe quand de l'outil pédagogique. Il est donc nécessaire que, de la même manière que pour les formateurs, l'outil soit accessible sur des supports répandus (ordinateur, smartphone) et simple d'utilisation.

2 Un niveau de difficulté adapté :

a Pour un apprentissage efficace :

Un niveau de difficulté adapté au niveau de l'étudiant est un facteur essentiel à l'efficacité de l'enseignement que celui-ci va en tirer (Kim et al. 2006). Les connaissances pré-requises ont un impact sur l'efficacité de l'apprentissage par le PV. Elles doivent être bien définies et le PV doit être inséré au bon moment du curriculum (Kiesewetter et al. 2020).

Une des théories de l'apprentissage multimédia, l'« expertise reversal effect » stipule qu'un outil multimédia adapté aux débutants dans un domaine ne peut pas l'être pour des apprenants de niveau supérieur. Il semble qu'un outil comprenant de nombreuses informations destinées à guider l'apprenant dans son apprentissage soit bénéfique pour les novices, mais désavantageux pour les plus experts car il ne permet pas de mobiliser les ressources cognitives et la mémoire à long terme déjà instaurée chez ces derniers (Kalyuga 2005).

b Pour conserver la motivation de l'apprenant :

Par ailleurs, un niveau de difficulté trop faible ne permet pas de conserver l'intérêt de l'apprenant. Or la motivation est cruciale dans le processus d'apprentissage. Il ne suffit pas de répéter un entraînement pour devenir performant mais il faut une véritable volonté de s'améliorer (Guest et al. 2001).

La difficulté peut être augmentée :

- En intégrant des cas cliniques rares, ou une présentation clinique peu commune pour un type de maladie.
- En présentant les données de manière non ordonnée, non guidée.
- En augmentant le degré de fidélité ou de réalisme.

Ainsi, certaines plateformes permettent aux formateurs d'indiquer le niveau de difficulté d'un cas clinique et les prérequis nécessaires pour le réaliser (Figure 5).

CRÉATION D'UN NOUVEAU SIMULATEUR ✕

🔗 Les champs marqués d'un astérisque (*) sont obligatoires.

Nom du simulateur*
Exemple : Douleur thoracique aiguë chez un homme de 55 ans

Pays*

Langue du simulateur*

Filière*

Thématique(s)*

Niveau(x) de difficulté*
Débutant (form. initiale)
Intermédiaire (form. initiale)
Avancé (form. initiale)
Expérimenté (form. continue)

Figure 5: Capture d'écran : création d'un nouveau cas clinique sur la plateforme MedicActiv
Le niveau de difficulté est choisi parmi plusieurs options dans un menu déroulant.
(Medicactiv.com)

3 Des objectifs pédagogiques bien définis :

Les objectifs pédagogiques pour chaque cas doivent être définis (Kim et al. 2006). Ils concernent les connaissances que le cas est censé permettre d'acquérir mais aussi les compétences telles que la capacité à interpréter des informations, à intégrer plusieurs informations dans un raisonnement, prendre des décisions, et savoir les justifier.

4 Evaluation et auto-évaluation (connaissances et compétences) :

L'engagement personnel passe par une possibilité de s'auto-évaluer. Dans le cadre de l'apprentissage autonome et actif, il est important pour l'apprenant de comprendre les connaissances ou les compétences qui lui manquent afin de décider de pallier ses lacunes (Tardif 1998).

Selon Prat, l'évaluation est une partie intégrante de l'apprentissage, et donc de tous module de e-learning (Prat 2008). Elle peut être formative, c'est-à-dire qu'elle prend part dans le processus d'apprentissage en donnant à l'étudiant un retour sur ses capacités à atteindre les objectifs pédagogiques, et ce qu'il lui manque à acquérir. Elle intervient au fur et à mesure

de l'avancée de l'étudiant, et utilise entre autres les *feedbacks*. L'évaluation peut aussi être sommative, c'est-à-dire intervenir à la fin d'un processus d'apprentissage, et peut entraîner des conséquences sur la suite du parcours de l'apprenant.

Plusieurs possibilités existent pour évaluer les connaissances et les compétences des apprenants dans le cadre des PV :

- Nombre de cas réalisés avec succès
- Temps accordé par les étudiants aux cas cliniques virtuels
- Mise en place de questionnaires (QCM, questions-réponses ouvertes) aux différentes étapes et comptabilisation du nombre de réponses justes sur un cas.
- Compétences évaluées dans un contexte clinique après formation sur les cas cliniques virtuels.
- Analyse de la démarche à chaque étape de la réalisation du cas, afin de déterminer la capacité à formuler un problème, formuler un plan d'action et le justifier.

5 *Degré d'interactivité*

Un fort degré d'interactivité permet un meilleur niveau de fidélité. Il semble également qu'un degré d'interactivité plus fort encourage les étudiants à avoir une approche plus en profondeur des thèmes abordés dans les cas cliniques. Dans une étude de Allenspach et al., les étudiants sont amenés à s'entraîner sur des cas cliniques virtuels sur un site permettant la mise en place de questionnaires et sur Powerpoint© (les étudiants ne peuvent pas entrer de réponse aux questions posées sur le Powerpoint©). Une majorité des étudiants interrogés (76%) considère que les cas cliniques réalisés sur le site internet les ont encouragés à réfléchir à chaque étape du cas clinique contre 59% des étudiants interrogés sur les cas cliniques réalisés sur PowerPoint© (Allenspach et al. 2008). Dans leurs réponses au questionnaire de l'étude, deux étudiants indiquent que « la tentation était de passer rapidement les diapositives les unes après les autres, sans prendre le temps de réfléchir à chaque étape » pour les cas cliniques sur Powerpoint©.

6 *Type de construction :*

Les cas cliniques linéaires, c'est-à-dire pour lesquels il n'y a qu'un chemin possible, sans impact des réponses et décisions de l'apprenant sur le déroulé du cas, sont moins immersifs

et ne permettent pas à l'étudiant de se tromper et d'évoluer dans l'erreur. En revanche, ils nécessitent un investissement moins important de la part des formateurs.

Dans le cadre d'un cas clinique en embranchements, le formateur doit imaginer de multiples scénarios, plus ou moins complexes, crédibles, selon les décisions de l'apprenant. Cela demande la construction d'une structure en amont, pour chaque cas clinique, et rend difficile la standardisation de forme. Il reste dans ce cas difficile pour une plateforme de permettre au formateur de gagner du temps en les développant.

Les cas cliniques à embranchements permettent d'intégrer un niveau de complexité plus proche de la réalité, l'apprenant pouvant ainsi appréhender les conséquences de ses décisions. Il peut également permettre d'aborder le problème sous divers angles avec plusieurs cheminements corrects possibles.

7 Présentation du cas étape par étape :

Le fait de présenter un cas, non en une seule fois, mais par étapes, au fur et à mesure de l'avancée de l'apprenant permet de conserver l'intérêt et la concentration de celui-ci. Le dévoilement de toutes les informations sur une même page génère une surcharge cognitive qui diminue l'efficacité de l'ancrage dans la mémoire à long terme.

8 Entraînement répété

L'acquisition de compétence et l'encrage des connaissances dans le long terme passent par la possibilité de répétition de ces séances d'apprentissage et permet une meilleure utilisation de ces compétences face à des patients réels. (AAMC 2007).

9 Qualité du feedback

Les « feedbacks » sont des retours, corrections ou informations rédigées par le formateur qui apparaissent au fur et à mesure des réponses de l'apprenant.

Ende souligne l'importance des retours du formateur sur les actions de l'étudiant dans une situation clinique (Ende 1983). Selon lui, ces retours, correctement réalisés, permettent un apprentissage plus efficace en renforçant les bonnes décisions et en corrigeant les erreurs en temps réel. Sans retour, les étudiants ont tendance à évaluer leur propre niveau en interprétant les signes extérieurs, ce qui peut mener à une perte de confiance en soi ou à la validation de décisions non adaptées.

De la même manière, le feedback est un des points clef de la réussite de l'outil multimédia dans l'apprentissage de nouvelles compétences ou connaissances (AAMC 2007).

Le feedback peut aussi compléter une réponse, en apportant des précisions et de nouvelles connaissances, des références...

Ende propose une liste de critères à respecter afin de maximiser l'efficacité du retour dans l'apprentissage clinique (Figure 6).

Lignes directrices pour donner un retour
Le retour doit se faire en collaboration entre l'enseignant et l'apprenant, avec des objectifs communs.
Le retour doit être prévu à l'avance et rendu à un moment adapté.
Le retour doit se baser sur des données de première main.
Le retour doit se limiter aux comportements auxquels l'apprenant peut remédier.
Le retour doit être instructif plutôt qu'évaluatif.
Le retour doit porter sur un comportement précis et ne pas faire de généralisations.
Le retour doit offrir des informations subjectives présentées comme telles.
Le retour doit porter sur des décisions et des actions et non sur des présomptions d'intention ou sur des interprétations.

Figure 6 : Consignes pour améliorer la qualité des retours en clinique d'après Ende,1983

Bien que cette proposition concerne l'apprentissage en présentiel, une partie de ces consignes peut être adaptée aux PV :

- Les retours doivent être donnés au bon moment (au fur et à mesure que les décisions sont prises par l'apprenant).
- Ils doivent être instructifs plus qu'évaluatifs

Deux options sont possibles dans le cadre des PV :

- Un retour *a posteriori*, après que le formateur a passé en revue les décisions de l'apprenant lors de son entraînement sur un cas : cette solution permet un retour individuel, personnalisé, mais demande au formateur de passer en revue la totalité du cas, et demande donc un investissement temporel important.
- Un retour automatique en temps réel : cela demande au formateur de renseigner des retours/consignes au fur et à mesure de la création du cas clinique, pour chaque réponse possible dans les questionnaires qu'il rédige. Le temps investi est néanmoins réduit, car le formateur ne le fait qu'une fois pour tous les étudiants.

10 Degré de fidélité

Le degré de fidélité à la réalité dépend de la plateforme utilisée et de sa capacité à accueillir des médias (images, vidéos, sons). Plus le degré de fidélité est élevé, plus le temps investi dans la création du cas est important (grande quantité d'information à donner, fichiers audios, vidéos, rédaction de dialogues...).

De manière générale, intégrer dans un cas clinique l'ambiguïté et la multiplicité des paramètres présents dans la réalité permet aux apprenants d'améliorer leur compétence en matière de prise de décision complexe dans leur vie professionnelle (Kim et al. 2006). Selon De Corte, dans tous les domaines, les apprenants doivent apprendre dans un contexte authentique et ayant du sens (De Corte 2000).

Plusieurs stratégies existent pour augmenter le degré de fidélité à la réalité, parmi lesquelles :

- L'environnement visuel : une photo ou une vidéo du patient, la reproduction du cabinet ou de la salle de consultation. Sur les cas cliniques de cardiologie mis à disposition du public par le Royal Veterinary College, le patient est visible sur la table de consultation et il suffit de cliquer sur les parties de son corps pour avoir accès aux différents éléments de l'examen clinique. Certains cas proposent également des vidéos (Figure 7). Sur la plateforme Medicactiv, il est possible de choisir différents environnements pour créer un cas clinique : contexte hospitalier, cabinet de ville ...

The screenshot displays a virtual clinical case interface. At the top, it features the Royal Veterinary College (RVC) logo and the title 'eCardio Consult: The case of the breathless dog', with the Elanco logo on the right. The main content area is titled 'Consulting room' and contains the following text: 'You invite Monty and owner into the consulting room and notice that Monty does seem to be having trouble breathing. Look at the video and decide what you would like to do.' Below this text is a video player showing a dog. To the right, a black panel displays patient information: '9yo M 10.3kg CKCS', 'T = 38.3°C', and 'Breathlessness'. At the bottom, there are two red play button icons with corresponding text: 'Patient is not stable, put straight in oxygen cage' and 'Proceed with history taking and physical examination'. A blue button at the bottom center says 'Click if you want to see what the expert would do at this stage' with an arrow pointing to a small image of a veterinarian.

Figure 7: Cas clinique virtuel de Cardiologie sur le site du Royal Veterinary College : insertion de vidéos et de questionnaires. Disponible à l'adresse : <https://www.rvc.ac.uk/review/cardiocases/>, (Royal Veterinary College 2021)

- L'environnement sonore : La reproduction d'une voix, d'une auscultation cardiaque... La plateforme MedicActiv propose ainsi de choisir le type de voix du patient (genre, âge, essoufflement...). L'utilisation de l'intelligence artificielle permet de transformer les informations remplies par l'instructeur en réponses en temps réel par le patient lors de la consultation (Figure 8)

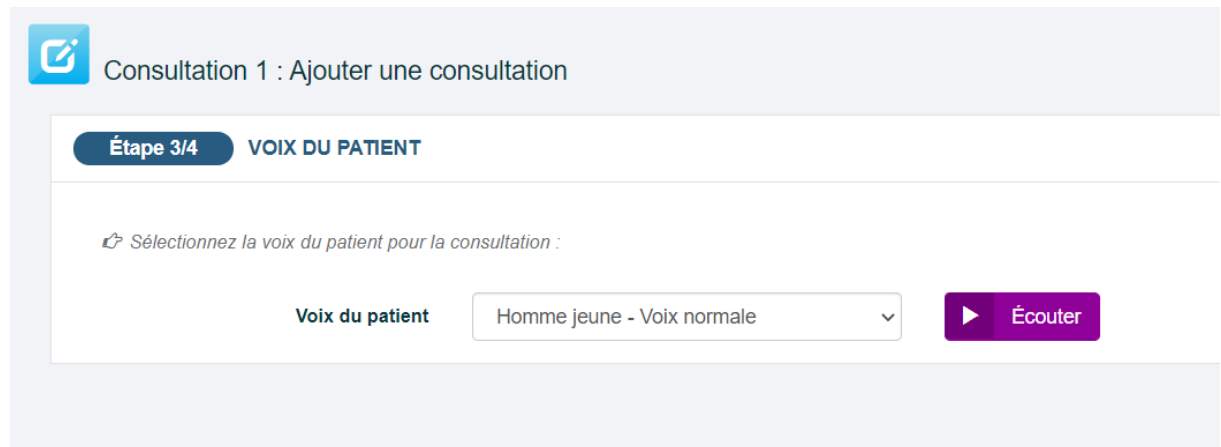


Figure 8 : Capture d'écran de l'interface de création de cas clinique de la plateforme Medicactiv' : choix de la voix du patient (SimforHealth 2019).

- L'intégration de la notion de limite de temps, soit en définissant un temps imparti pour la réalisation du cas clinique (possible sur de nombreuses plateformes comme Moodle) soit en la liant aux décisions de l'apprenant. Par exemple, sur sa plateforme de PV en urgences-réanimation, le Royal Veterinary College propose une interface dans laquelle chaque choix consomme du temps. Il est donc obligatoire de stabiliser l'animal avant d'envisager des examens complémentaires plus poussés pour ne pas perdre le patient. Le patient se dégrade au fur et à mesure des décisions qui ne visent pas à améliorer son état. Cette proposition est pertinente dans le cadre de l'entraînement dans le domaine de la réanimation dans lequel il faut savoir jauger entre les investigations et les actes visant à stabiliser le patient (Figure 9).

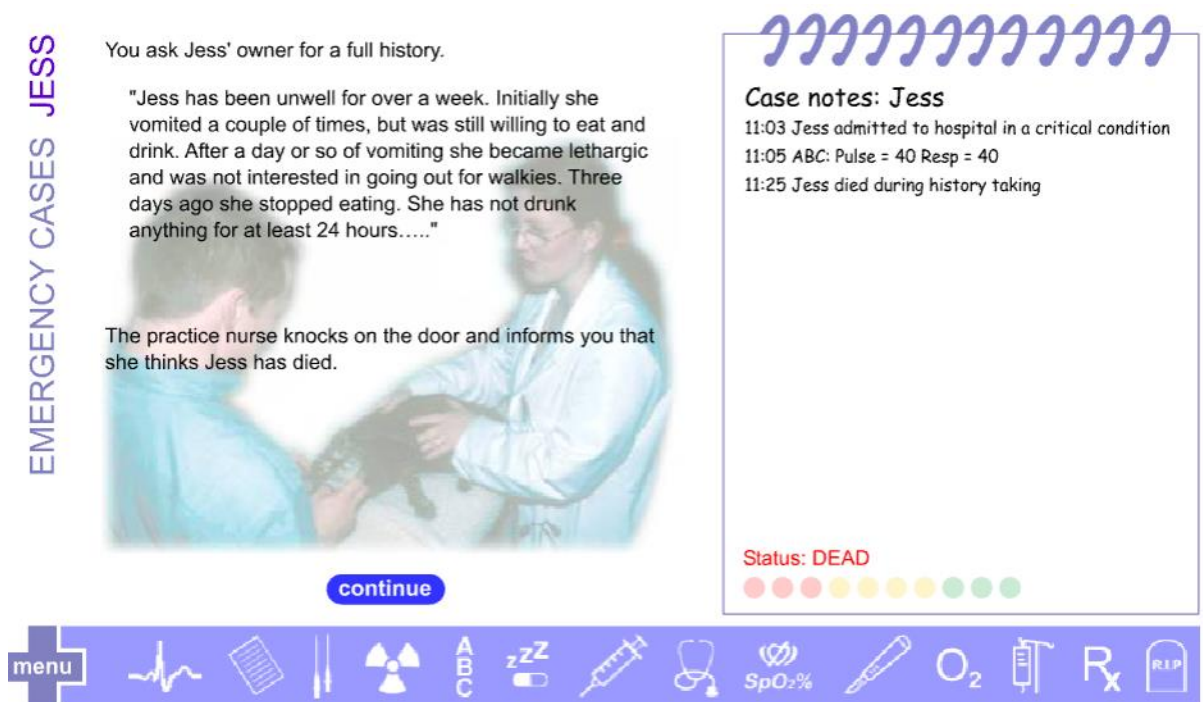


Figure 9: Capture d'écran du Emergency Case Simulator édité par le Royal Veterinary College, disponible à l'adresse : <https://www.rvc.ac.uk/review/cases/website/Jess/jess.htm>, (Royal Veterinary College) Le temps défile à chaque choix de l'apprenant, et s'affiche sur le carnet de notes. Si le statut de l'animal est critique, il faut le stabiliser avant d'investiguer en détails.

- La construction en embranchements, détaillée plus tôt.
- L'intégration, dans le domaine de la médecine vétérinaire, des limites budgétaires (Byron et al. 2014).
- L'intégration d'informations non essentielles à la prise de décision.

E Des plateformes pour éditer des cas cliniques ?

Les points clés et limites énoncées plus tôt dépendent en grande partie de la plateforme permettant d'éditer les PV. Selon la plateforme utilisée, qu'elle soit ou non spécifique à la création de PV, l'auteur va devoir investir plus ou moins de temps, charger des fichiers multimédias ou des questionnaires...

Aujourd'hui, il n'existe pas de plateforme d'accès libre spécialisée dans l'édition et l'hébergement de PV en ligne dans le milieu vétérinaire. L'avantage d'une telle plateforme serait de permettre l'édition de cas cliniques virtuels interactifs rapides et standardisés. L'environnement numérique d'apprentissage de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort bénéficie d'un hôpital virtuel qui héberge des cas cliniques variés (Kurtz, Wuillemain 2017), mais celui-ci nécessite pour chaque cas virtuel une rédaction complète de chaque étape et

questionnaire du cas. Ainsi, de nombreuses thèses vétérinaires en cours permettent d'enrichir cet hôpital virtuel (Amghar, Houlette, Maugère, Renault, Riffault, Vannier). Des projets similaires sont en cours dans les autres écoles vétérinaires françaises comme le projet « Plateforme Virtuelle de cas cliniques » à l'ENVT.

Un état des lieux des plateformes existantes utilisées dans la formation médicale humaine et vétérinaire est proposé dans la partie II de ce manuscrit. Cette revue a servi de base de réflexion pour la création d'une nouvelle plateforme destinée à la rédaction de cas cliniques vétérinaires détaillée dans la partie III.

PARTIE II Etat des lieux : les plateformes utilisées pour la création de cas cliniques virtuels

I. Recherche de publications :

A Sur les bases de données

La recherche de publications concernant les plateformes existantes a été conduite avec les mots clés suivants : « Virtual Patient », « Virtual Patient Manager » « clinical cases » « clinical cases manager » « cases manager » « Virtual patient platform », et « Virtual patients implementers ». La base de données Pubmed a été principalement utilisée pour les recherches. D'autres publications étudiées ont été trouvées dans les références des publications lues, concernant le domaine de l'enseignement de la médecine humaine ou vétérinaire.

B Test des plateformes

Lorsqu'une plateforme permettant l'édition de cas clinique émergeait d'une publication et qu'elle était accessible, un test était effectué sur cette plateforme (essai d'un cas clinique existant ou essai de rédaction d'un cas clinique).

C Le projet e-VIP

De nombreuses plateformes différentes sont utilisées par les universités. Si l'échange de ressources entre universités est courant, il reste difficile de partager des PV tant les technologies utilisées divergent. Les Universités utilisent parfois des plateformes accessibles uniquement par leur équipe pédagogique et leurs étudiants. Le projet e-VIP, pour « Electronic Virtual Patients » a vu le jour en 2007. Il regroupe 9 universités et MedBiquitous, une organisation qui promeut l'utilisation de technologies dans l'enseignement médical (eVIP 2021). L'objectif du projet est de promouvoir l'utilisation des cas cliniques virtuels, de standardiser leur construction afin de faciliter le partage entre les universités. Entre autres, des consignes sont rédigées afin de permettre la rédaction de cas cliniques et la création de logiciels permettant de les créer (Leung et al. 2011). Au total les 9 Universités participant au projet utilisaient 4 plateformes différentes pour l'hébergement et la création de leurs cas cliniques virtuels (Smothers et al. 2008). Par ailleurs, le projet regroupe 320 cas cliniques de

médecine humaine, réédités (standardisés, traduits en plusieurs langues), accessibles en ligne.

La banque de cas cliniques est disponible sur internet. De nombreux cas cliniques libres d'accès ont été testés afin de déterminer et d'étudier la plateforme utilisée.

II. Critères d'inclusions :

Tous les domaines de la santé (humaine et vétérinaire) ont été inclus dans la revue.

Seules les références incluant une description de la plateforme utilisée pour la rédaction de cas clinique (ou les plateformes accessibles au test) ont été conservées. Ont été exclues les publications évoquant des projets pédagogiques incluant uniquement la description de cas cliniques, et non pas le support utilisé pour les créer. Les plateformes évoquées dans les résultats ont donc fait l'objet de publications, de vidéos de démonstration ou bien étaient accessibles au test.

Seules les plateformes contenant un outil auteur ont été conservées. Les nombreuses plateformes hébergeant des cas cliniques mais n'en permettant pas l'édition ont été exclues.

Une partie de la revue évoque des plateformes non spécialisées dans la création de PV. Elle concerne les plateformes fréquemment utilisées dans les universités pour le e-learning qui permettent entre autres de créer des cas cliniques par la mise en place de questionnaires, l'hébergement de vidéos ou d'images. Ces plateformes feront l'objet d'une partie à part dans la présentation des résultats.

III. Résultats :

A Plateformes non spécialisées dans la réalisation de cas cliniques :

Une partie des plateformes couramment utilisées dans les Universités pour créer des cas cliniques ne sont pas des plateformes spécialisées dans le domaine mais des plateformes pédagogiques faciles d'utilisation et utilisées pour d'autres objectifs pédagogiques.

Elles présentent l'avantage d'être déjà connues par les équipes pédagogiques et les étudiants. Elles centralisent en général les contenus des cours et diverses ressources numériques. En revanche, elles ne permettent pas une création de cas cliniques complexes

ou fortement interactifs et la création de cas cliniques demande généralement un temps important.

1 Les LCMS :

Les LCMS (Learning Content Management System) désignent les plateformes permettant de gérer un parcours de formation, d'effectuer un suivi des résultats des apprenants, de gérer et diffuser un contenu d'apprentissage (Prat 2008).

Ainsi, les plateformes pédagogiques comme Moodle (utilisée par de nombreuses universités et notamment dans les quatre écoles vétérinaires françaises) permettent la mise en place de questionnaires. Les enseignants peuvent y créer des cas cliniques à visée pédagogique (entraînement ou évaluation). Cependant, cela demande un investissement important de la part des formateurs et nécessite une démarche active et complexe pour le transfert et le partage de ces cas cliniques entre les établissements.

L'hôpital virtuel créé sur la plateforme EVE pour l'école Nationale Vétérinaire d'Alfort a été créé dans le cadre d'une thèse (Kurtz, Wuillemin 2017). Il s'agit de cas linéaires qui nécessitent une rédaction spécifique à chaque cas. Des feedbacks positifs et négatifs avec apport de nouveaux éléments sont possibles au fur et à mesure de l'avancée dans le cas, et des images ont été intégrées dans les PV.

De nombreux exemples de l'utilisation de Moodle comme support de PV existent à l'ENVT. Par exemple, des cas cliniques de dermatologie sous la forme de QCM avec images en support ont été créés. Les feedbacks dans cet exemple ne précisent que le caractère exact ou faux des réponses. Un système de notation automatique est mis en place en fonction des réponses aux questions.

2 Les logiciels de présentation :

Aux environnements numériques de travail s'ajoutent les logiciels de présentation tels que Powerpoint®, GoogleSlides®, OpenOffice®... Ces logiciels permettent de faire défiler des diapositives les unes après les autres. Ainsi, ils n'autorisent ni une forte interactivité, ni une construction en embranchements. Ils présentent cependant l'avantage d'être facilement pris en main et rapides à utiliser.

Ils sont rarement utilisés en auto-apprentissage (l'absence d'interactivité entraîne une perte de motivation rapide de l'apprenant) mais plutôt en interaction avec un formateur dans le cadre de travaux dirigés.

3 Intérêts et limites des sites de création d'histoires interactives

Il existe de nombreuses plateformes (sites web ou logiciels) permettant de créer des histoires interactives. Ces plateformes permettent l'édition d'histoires à embranchements, dans lesquels le lecteur est également acteur du déroulé de l'histoire. Basé sur le fonctionnement des livres-jeu, l'auteur de l'histoire écrit plusieurs scénarios qui se réalisent selon les choix du lecteur.

Ce type de plateforme peut apporter une solution dans le cadre de la rédaction de cas cliniques à embranchements. Afin qu'elles soient réellement utilisables dans le cadre de la rédaction de PV, la plateforme devrait permettre l'intégration de médias. Il semble en effet difficile d'imaginer un PV sans image radiographique ou photographies de lésions cutanées, d'ECG...

Une autre condition, inhérente à la construction de PV à embranchements est la présence d'une représentation graphique de l'arbre décisionnel. En effet, à partir d'un certain nombre d'étapes, il devient difficile de se représenter la bonne construction du cas sans en voir les cheminements.

Parmi ces plateformes, le logiciel Twine©, créé en 2009 par Chris Klimas, a été utilisé dans le cadre de la création d'un module de e-learning en équine à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (Bouchet 2020). Ce logiciel gratuit permet la rédaction d'histoires interactives, et l'intégrations de médias. La prise en main est plutôt simple et la visualisation de l'arbre décisionnel est accessible en permanence (Figure 10)

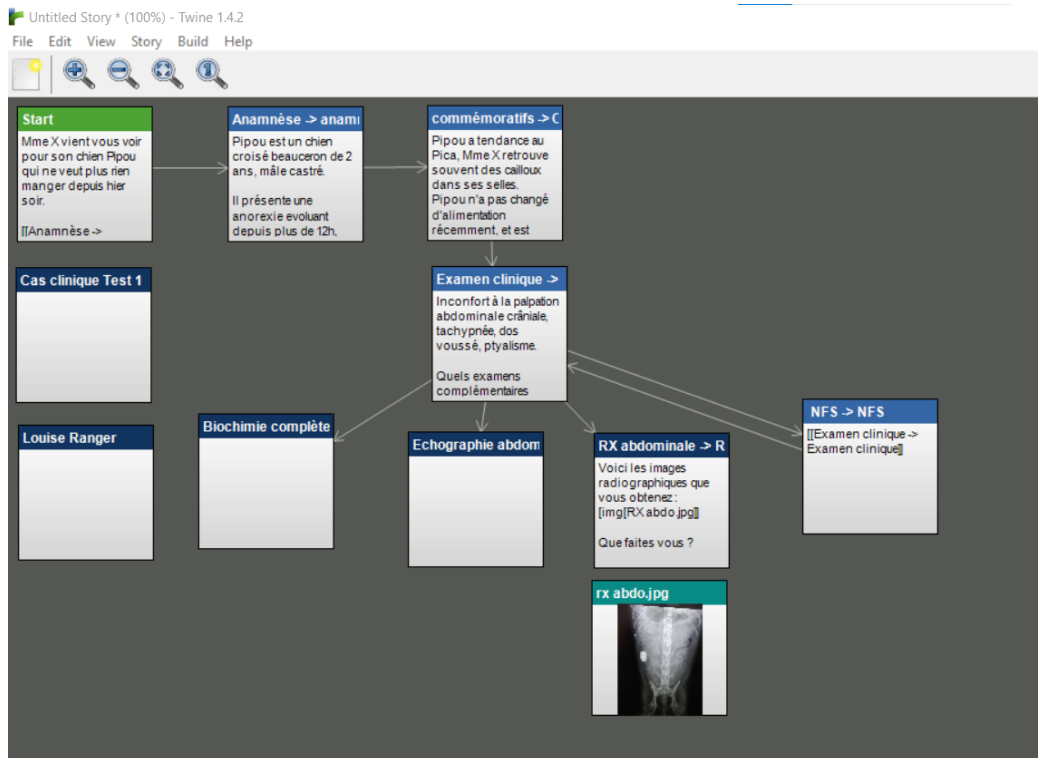


Figure 10 : Capture d'écran du logiciel Twine©

Une fois le cas clinique créé, il est enregistré sous forme de fichier. Pour le rendre accessible au public il faut héberger ce fichier sur un site web adapté.

Cette plateforme, et les autres du même type, ont les avantages et inconvénients inhérents à la construction de cas par embranchements. Ils permettent à l'apprenant de mesurer les conséquences de ses choix, stimulent son engagement dans l'exercice, peuvent atteindre des niveaux de fidélité élevés dans le cas de scénarios complexes... Mais la construction de l'arbre décisionnel reste longue quelle que soit la plateforme utilisée. Twine© étant un logiciel pour la conception, il reste nécessaire de trouver un site web permettant d'héberger et de centraliser les cas cliniques. De nombreux sites internet initialement utilisés pour héberger des jeux interactifs peuvent héberger les cas cliniques enregistrés en Javascript par Twine©.

Ces plateformes de création d'histoires interactives ne sont spécialisées ni dans la création de cas cliniques, ni dans le e-learning. Ainsi, elles ne permettent pas la mise en place de questionnaires à l'intérieur d'une étape et la notation. Le feedback peut prendre la forme de texte dans l'étape suivante, mais cela demande une réflexion et une mise en forme de la part du formateur.

Ces plateformes restent intéressantes dans le cadre de projets sur le long terme (thèse d'exercice par exemple) mais il reste difficile d'imaginer leur utilisation à grande échelle par les formateurs tant l'investissement en temps est important pour la création d'un seul cas clinique.

B Plateformes spécialisées dans la rédaction de cas cliniques en médecine humaine et vétérinaire :

Nous établirons ici une liste non exhaustive des plateformes permettant la création de PV, utilisées dans les diverses universités de médecine humaine et vétérinaire. Au total, 12 plateformes ont été recensées, dont 3 qui semblent aujourd'hui désuètes.

Des fiches détaillées précisant le fonctionnement de chaque plateforme ont été rédigées :

- Plateforme CASUS
- Plateforme CAMPUS
- Plateforme FORMATIVE ASSESSMENT CASE STUDIES (FACS)
- Plateforme CASE STUDIES FOR DENTISTRY
- Plateforme VP-SIM
- Plateforme OPEN LABYRINTH
- Plateforme DXR CLINICIAN
- Plateforme VET CASE MANAGER
- Plateforme MEDICACTIV

De ces fiches, disponibles en annexe, nous reprendrons ici les éléments majeurs.

1 Accessibilité

L'accessibilité dépend du type de plateforme (site web, application, logiciel à installer et à prendre en main pour les auteurs et les étudiants), de son coût d'utilisation, du public y ayant accès.

La plupart des plateformes évoquées dans ce manuscrit nécessitent une installation de l'outil auteur. L'interface apprenant en revanche, nécessite soit une installation, soit une simple connexion à une page WEB. Une plateforme très prometteuse pour la création de cas cliniques à embranchements (OpenLabyrinth), demande un certain nombre de compétences informatiques pour son installation. Le code source de la plateforme est en effet sous une

licence libre, c'est-à-dire accessible et utilisable par tous, mais il faut développer son propre environnement de développement avant de l'installer sur un serveur. Il en est de même pour la plateforme DiagnosisX aujourd'hui désuète.

Les coûts précis d'accès aux plateformes payantes sont rarement affichés et se font sur devis. Quand l'information a pu être obtenue, elle est précisée dans le récapitulatif présenté dans le Tableau 1, page 50.

En dehors des accès payants, de nombreuses plateformes sont accessibles à un public réduit (enseignants et apprenants des universités ayant participé au projet). Il est possible pour certaines d'entre elles d'accéder à l'interface apprenant par le biais d'un compte invité (c'est le cas par exemple de Veterinary Case Manager) mais il est rarement possible d'utiliser l'outil auteur.

Une fois l'outil installé, la facilité de prise en main a un impact sur le temps investi par le formateur et donc sur le coût du développement du cas clinique. La plupart des interfaces auteur n'ayant pas pu être testées, il est difficile de déterminer cette facilité de prise en main. Certains indices permettent cependant de distinguer quelques plateformes :

- La présence d'un manuel d'utilisation : si le formateur doit lire un manuel d'utilisation long avant de pouvoir utiliser l'outil auteur, cela augmente le temps à investir et peut être décourageant. Une plateforme générant des consignes au fur et à mesure de l'avancement dans les étapes de la création du cas clinique permet un gain de temps. En revanche, cela semble d'autant plus difficile que les fonctionnalités de la plateforme sont complexes. Dans la plateforme MedicActiv, il est possible d'apprendre à utiliser l'outil auteur sans lire de manuel au préalable. La construction étape par étape est guidée et intuitive. Il reste nécessaire de lire un document d'instruction pour ce qui concerne la rédaction de dialogues utilisant l'intelligence artificielle. OpenLabyrinth propose un guide d'utilisation de 132 pages, détaillant les étapes de l'installation d'un serveur à l'utilisation de l'interface graphique (OpenLabyrinth Development Consortium, 2014).
- L'interface : Une interface claire et non surchargée peut simplifier la prise en main d'une plateforme. La plateforme FACS, développée par l'université de Hong Kong (Leung et al. 2011) demande une maîtrise légère du langage HTML. Son interface est

peu intuitive et demande des explications détaillées sur son utilisation (Figure 11, Figure 12).

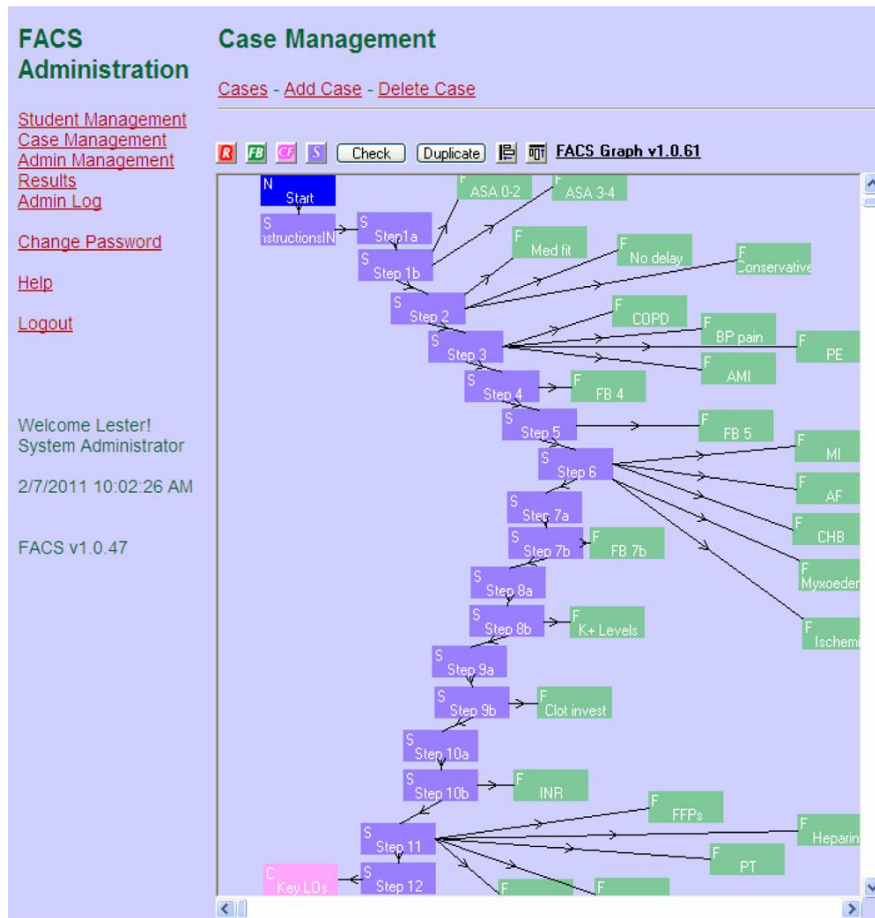


Figure 11 : Page de création de cas cliniques dans le logiciel FACS (Leung et al. 2011).

The screenshot shows the 'Edit Page' interface for 'Step 2'. It features a text editor with the following content:

Title: Step 2

Text: You should have selected and read several pieces of clinical information about Mr. Chan's medical condition and planned operation. The most essential pieces of clinical information are:

(a)	The site and extent of the cancer.
(b)	The method used to perform the surgery, and
(c)	The past medical history of the patient.
(d)	The wishes of patient can also justify inclusion.

Supplementary Material
[Supplementary Material
\[LOCAL ANAESTHETIC BLOCKS\]\(#\)](#)

- As required IM morphine
- Local anaesthetic regional block
- Review key information again
- Epidural continuous infusion
- Post operative ventilation
- Oral analgesic medications
- IV patient controlled analgesia

Figure 12 : Capture d'écran de l'interface auteur de FACS (Leung et al. 2011)

Tableau 1 : Liste des plateformes autorisant la création de patients virtuels, tous domaines confondus :

Nom	Année	Nécessite Installation	Public	Payant	Auteurs / références
CASUS	1993	Oui Logiciel	Etablissements de formation en médecine	Oui De 50 à 500 dollars minimum par mois pour les établissements de formation	Ludwig-Maximilians-University, Munich / (Fischer et al. 1999) (Fischer 2000) (Leung et al. 2011) (Instruct 2021) ANNEXE 1 : PLATEFORME CASUS
CAMPUS	1999	Oui Logiciel	Etablissements de formation en médecine	Oui sauf pour les établissements partenaires	Université de Heidelberg/ (Medizinische Fakultät Heidelberg 2019) (Leung et al. 2011) ANNEXE 2 : PLATEFORME CAMPUS
WEB SP	2003	Oui Désuet ?			Université Karolinska Institutet, Stockholm / (Zary, Fors 2003) (Zary et al. 2006) (Leung et al. 2011)
Formative Assessment Case Studies (FACS)	2003	Non ? Serveur central à l'université de Hong Kong Type Inconnu	Etudiants et formateurs de l'Université de Hong Kong seulement	Non commercialisé.	Université de Hong Kong (Leung et al. 2011) ANNEXE 3: PLATEFORME FORMATIVE ASSESSMENT CASE STUDIES (FACS) :
Casestudies	2003	Oui Logiciel	Etudiants et formateurs de l'université du Commonwealth de Virginie	Non commercialisé	Université du Commonwealth de Virginie (Abbey et al. 2003) ANNEXE 4: PLATEFORME CASE STUDIES FOR DENTISTRY
TUSK virtual patient	2007	Oui Code source Désuet ?			Université TUFT, Somerville, Etats-Unis.
DIAGNOSISX	2008	Oui Logiciel Désuet ?		Non Code source en libre accès	McGill University 2008

Nom	Année	Nécessite Installation	Public	Payant	Auteurs / références
VpSim	2009	Oui Logiciel	Etablissements de formation en médecine	Oui Abonnement payant à l'année.	Université de Pittsburg, DecisionSim ANNEXE 5 : PLATEFORLE VPSIM
Open Labyrinth	2010	Oui et serveur Logiciel, code source	Formateurs ou établissement de formation en médecine	Non Mais coût du serveur à charge de l'établissement	Université d'Edimbourg, et partenaires / (OpenLabyrinth Development Consortium: 2014) (OpenLabyrinth Development Consortium: 2021) ANNEXE 6 : PLATEFORME OPENLABYRINTH
DxR Clinician	Inconnue	Oui Logiciel	Etudiants, ou établissements de formation en Santé	Oui	MedSim / (MedSim Healthcare Education 2021) ANNEXE 7 : PLATEFORLE DXR CLINICIAN
Vet CaseManager	2014	Inconnu Logiciel compatible avec l'intranet de de l'Université de l'Ohio State	Etudiants et formateurs de l'université de médecine vétérinaire de l'Ohio State Compte invité pour l'interface étudiant	Non commercialisé	(Byron et al. 2014) (The Ohio State University College of Veterinary Medicine 2013) ANNEXE 8 : PLATEFORME VET CASE MANAGER
Medicactiv	2019	Non Site Web	Etablissements de formation en médecine	Oui pour avoir accès aux PV. Environ 50 € par an et par utilisateur	SimForHealth / (SimforHealth 2019) ANNEXE 9 : PLATEFORME MEDICACTIV

2 Caractéristiques des cas cliniques :

Le tableau 2 (page 53) présente un comparatif des différentes plateformes de manière synoptique.

Les possibilités offertes par la plateforme pour la rédaction des cas cliniques ont été observées ainsi :

- Le type de construction autorisé par la plateforme (linéaire ou à embranchements).
- Le domaine concerné (Médecine, médecine vétérinaire, santé en général). Rares sont les plateformes qui permettent à la fois la création de cas cliniques en santé humaine

et en santé vétérinaire. La particularité de la médecine vétérinaire est qu'elle inclut une troisième personne dans la salle de consultation : le propriétaire. Ainsi, toutes les plateformes spécialisées dans les PV humains ne sont pas adaptées au domaine vétérinaire (pas de dialogue avec le propriétaire, patient modélisé humain, données cliniques non adaptées aux espèces animales...).

- Les éléments d'interactivité autorisés par les plateformes sont répertoriés :
 - La présence de questionnaires à différentes étapes (Q) : Dans la majorité des plateformes, les questionnaires apparaissent au moment des étapes « Hypothèses diagnostiques », « Examens complémentaires », « Diagnostic » et « Traitement ». Certaines plateformes permettent l'insertion de questionnaires à tout moment, ne se limitant ainsi pas à la seule évaluation du raisonnement clinique, mais permettent de s'intéresser également aux connaissances fondamentales sur le sujet.
 - La possibilité d'interagir avec le patient (I) : en lui posant des questions, en cliquant sur des zones du corps pour simuler des actes techniques ou un examen clinique...
 - La présence de feedbacks adaptés aux réponses
- Les éléments immersifs également :
 - Les limites de temps modélisées par une quantité limitée de choix ou par un temps limité pour réaliser le cas clinique (T) : certaines plateformes proposent par exemple d'imposer un temps maximal pour réaliser un cas clinique.
 - La modélisation d'une limite budgétaire (B) : cela inclut l'attribution d'un coût à chaque acte/analyse.
 - La modélisation du lieu de la consultation (L) : La plateformes Medicactiv permet à l'auteur de définir le type de salle de consultation (cabinet de ville, milieu hospitalier...).
 - La modélisation du patient (P) : par la voix, la présence d'une photo ou d'un avatar représentant le patient, par simulation de dialogue écrit ou oral, la narration à la première personne pour la médecine humaine....
 - L'intégration de fichiers multimédias (M) : vidéo, audio, images.

Tableau 2 : Caractéristiques des cas cliniques virtuels par plateforme

Nom	Domaine	Construction	Interactivité	Immersion	Feedbacks
CASUS	Médecine humaine	Linéaire	Q	P : Photos M : Image, audio et vidéo	Oui
CAMPUS	Médecine humaine	Linéaire	Q	P M : image, audio, vidéo	Après que l'apprenant a donné sa réponse : feedbacks positifs et négatifs
FORMATIVE ASSESSMENT CASE STUDIES (FACS)	Médecine humaine (chirurgie, orthopédie, ORL, anesthésie)	Embranchements	Q	P M : image, audio, vidéos	Oui possibles à chaque étape
CASE STUDIES FOR DENTISTRY	Dentisterie	Linéaire	Q	P M : image, audio, vidéo	Positif et négatif à chaque réponse sur un questionnaire
VP-SIM	Médecine humaine	Embranchements	Q	P M : image, audio, vidéo	Oui
OPEN LABYRINTH	Tous les domaines	Embranchements	Q questionnaires variés	T P : photo, avatar M : Image, audio, vidéo	A chaque étape et à la fin du PV.
DXR CLINICIAN	Médecine humaine	Embranchements	Q I : dialogue avec le patient, interaction avec sa photographie pour l'examen clinique	P : photo M : image audio	Non
VET CASE MANAGER	Médecine vétérinaire	Linéaire	Q : (QCM)	B M : audio, vidéo, image	Possible pour chaque réponse (positif et négatif)
MEDICACTIV	Tous les domaines de la santé humaine	Linéaire	Q (QCM ou réponse ouverte) I	L M : audio, vidéo, image P (avatar, voix)	Possible à chaque réponse de questionnaire

Parmi les 9 plateformes encore utilisées, une seulement est dédiée à l'apprentissage de la médecine vétérinaire. Il n'existe aucune plateforme de création de PV vétérinaire accessible au public, rapide et simple à prendre en main. Les universités qui disposent de ces solutions les utilisent en interne et les autres utilisent des solutions moins simples à intégrer au cursus (PowerPoint, Moodle...). Une plateforme, à l'image de CaseManager développée par Byron (accessible uniquement sur l'intranet de l'Université) et accessible à toutes les universités présenterait l'avantage de centraliser les cas vétérinaires entre les écoles, réduisant ainsi le

cout de production par cas (Huang et al. 2007). La suite de ce manuscrit détaille les réflexions autour de la création d'une telle solution.

PARTIE III Création d'une plateforme d'édition de cas cliniques en lignes :

Cette partie détaille l'élaboration d'un site web permettant la création de cas cliniques vétérinaires en ligne. Elle s'inscrit dans un projet à plus long terme, ayant pour objectif l'hébergement du site, son enrichissement en termes de contenu et de fonctionnalités et sa maintenance.

I. Caractéristiques et objectifs généraux

Les objectifs de cette future plateforme sont les suivants :

L'accessibilité de la plateforme et la prise en main facile par les formateurs et les étudiants sont des objectifs importants du projet. Ainsi, la plateforme proposée a pour vocation d'être un site web accessible sur simple inscription, et utilisable avec les principaux navigateurs (Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari...). La question du coût d'utilisation reste à définir, en fonction du coût de maintenance du site internet et des serveurs nécessaires.

Afin de permettre l'utilisation fréquente et l'enrichissement rapide de la plateforme, la rapidité de la création de cas cliniques est l'objectif central de la future plateforme. Notamment, un scénario linéaire par étape guidées préexistantes et basé sur le scénario classique est proposé comme seule option. La standardisation de la forme des PV et le choix des étapes sont détaillés en partie C. Les stratégies mises en place pour limiter le temps de rédaction seront détaillées dans cette même partie.

Afin que les cas cliniques soient efficaces en termes de formation, un minimum d'interactivité et de réalisme sont nécessaires. Le choix s'est porté dans un premier temps sur la mise en place de questionnaires, détaillés dans la partie III.C, et sur l'hébergement de fichiers multimédias.

II. Réalisation technique :

Le développement de la plateforme a été réalisé en collaboration avec un développeur WEB. Le site web a été développé en Javascript. Plus spécifiquement, la technologie utilisée est le *Framework JS Blitz*. La partie design repose sur le *Framework CSS Material-UI*. La base de données utilisée est de type *Postgresql*.

La solution proposée est à l'état de preuve de concept : c'est une première version simplifiée du produit, permettant d'en visualiser les fonctionnalités et de se projeter dans son utilisation. En effet, ce travail a été réalisé de manière bénévole par le concepteur. Le passage à l'étape suivante nécessite plus de moyens et de temps. Il est néanmoins possible de tester le logiciel web sur des cas simples afin d'en découvrir les fonctionnalités. La suite de ce manuscrit détaille le fonctionnement de la plateforme tel qu'il est prévu une fois aboutit et les perspectives envisageables.

III. Conception du site internet :

A Inscription et définition du statut de l'utilisateur :

L'inscription, ouverte à tous, doit permettre de définir le statut de l'utilisateur. Seuls les profils formateurs ont accès à l'interface auteur autorisant la création et l'édition de cas cliniques (Figure 13). Cependant, la plateforme ne propose pas de contrôle du statut utilisateur selon les adresses mails professionnelles par exemple.

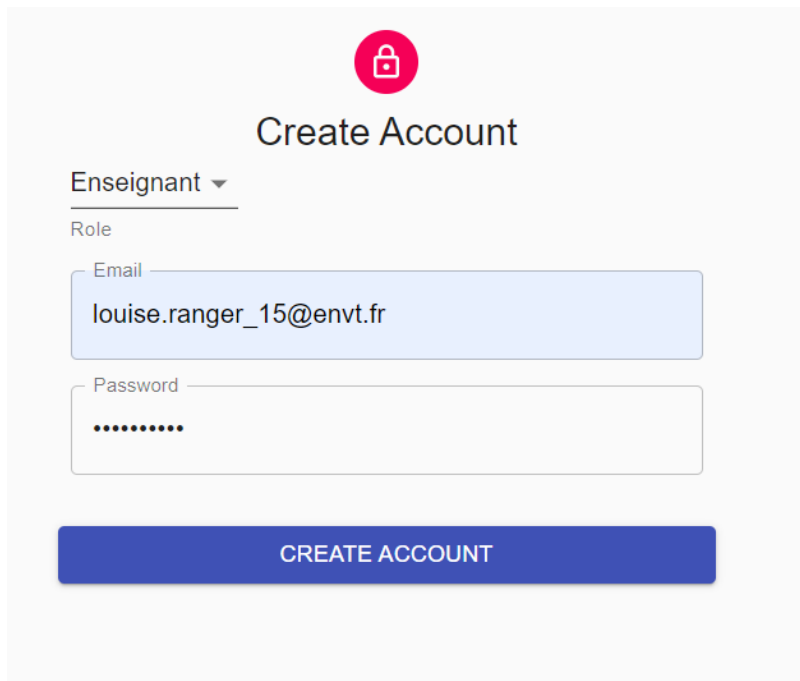


Figure 13 : Capture d'écran de la page de création de compte sur le site

B Interface auteur :

Les formateurs ont la possibilité de créer des cas cliniques.

1 Une rédaction intuitive et guidée :

L'objectif est de pouvoir créer un cas clinique sans formation de prise en main préalable de la plateforme. Ainsi, aucun guide d'utilisation ne doit être nécessairement lu avant l'utilisation de l'outil auteur. Deux points clés permettent d'atteindre cet objectif :

Les indications de rédaction sont délivrées au fur et à mesure de l'avancée dans la rédaction. Pour cela, le choix des *labels* (étiquettes de champs permettant d'indiquer ce que celui-ci doit contenir : nom, prénom...), et la mise en place de *placeholder* (précision, illustration sur ce que l'auteur doit renseigner dans un champ, sous forme d'exemple) ont été réfléchis sous cet angle pour chaque étape (Figure 14)

The screenshot shows a user interface for entering clinical case notes. It consists of three vertically stacked input fields, each with a label above it and a placeholder text inside. The first field is labeled 'En lien avec le motif de consultation' and contains the placeholder 'Coco a fait une pancréatite l'année dernière, résolue après hospitalisation.' The second field is labeled 'Non en lien avec le motif de consultation' and contains the placeholder 'Coco a été opéré d'une fracture du radius à gauche il y a deux ans.' Below the second field is a checkbox labeled 'A jour de ses vaccinations'. The third field is labeled 'Antiparasitaires' and contains the placeholder 'Coco est à jour de ses API et APE'.

Figure 14 : Capture d'écran du site : outil auteur, étape « commémoratifs »

Les labels sont au-dessus des cases à remplir, les placeholders en italique, à l'intérieur des cases à remplir, sous forme d'exemple. Les placeholders s'effacent lorsque l'auteur remplit la case

Le choix de standardiser la forme du cas clinique permet un gain de temps non négligeable pour le formateur qui remplit les étapes prédéfinies avec les données cliniques de son choix. Les étapes guidées permettent la prise en main de la plateforme au fur et à mesure du cas sans nécessité de lire un guide d'utilisation au préalable. Cependant le choix du squelette des cas cliniques n'est pas évident. En effet un cas clinique de médecine interne peut différer dans son déroulement, d'un cas clinique de réanimation. Il semble de plus, que le design optimal d'un PV change d'un étudiant à l'autre selon son niveau (Cook, Triola 2009).

2 Les étapes du cas clinique :

Les étapes du cas clinique ont été basées sur les étapes classiques des PV en médecine : Anamnèse/commémoratifs, examen clinique, hypothèses diagnostiques, diagnostic, traitement. Pour chaque étape, le type de champ (texte, menu déroulant, case à cocher ...), le contenu, le caractère obligatoire ou non obligatoire a été défini (Figure 15).

Ordre	Intitulé (Français)	Intitulé (anglais)	Type de champ BDD	Obligatoire	Feedbacks	Placeholder
6	Examen clinique	Clinical examination		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.1	Etat général	Shape	Text -> enum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.2	Déplacement	Moves	Text -> enum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3	Poids	weight	Float (kg)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	NEC	BCS	int (de 1 à 9)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.5	Etat d'hydratation	Hydratation state	Text -> enum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.6	Température rectale	Rectal temperature	float (°C)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7	Système cardio-vasculaire	Cardiovascular system		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.1	Muqueuses	mucosa	text (court)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	"Roses et humides "
6.7.2	pouls fémoraux	femoral pulse	text (court)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	"Nets et concordants avec le choc précordial"
6.7.3	Pouls métatarsiens	metatarsian pulse	Text -> Enum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.4	Fréquence cardiaque	heart rate	int (battements par minute)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.5	Auscultaion cardiaque	heart auscultation	Text (long)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	"Souffle basal systolique de grade 2/6",
6.7	Système respiratoire	Breathing system		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.1	Mouvements respiratoires	breathing movements	Text -> enum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.2	Fréquence respiratoire	Breathing rate	int (mouvements par minute)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.3	Auscultation pulmonaire	pulmonary auscultation	Text (long)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	"Crépitements"
6.7.4	Reflexe trachéal	tracheal reflex	Bool	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7.5	Autre (libre)	Other	Text (long)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	"Jetage bilatéral séro-muqueux"
6.8	Noeuds lymphatiques	Lymph nodes	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.9	Palpation abdominale	abdominal palpation	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.10	Peau et phanères	tegument and dander	Text (long)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.11	Examen locomoteur	locomotor examination	Text (long)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.12	Examen neurologique	neurologic examination	Text (long)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.13	Autre (précisez)	other (precise)	Text (long)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure 15 : Extrait du document créé pour la construction de la plateforme, étape "Examen clinique"

L'auteur navigue d'une étape à l'autre à l'aide d'une barre d'avancée. Il peut à tout moment revenir en arrière. Les étapes sont listées comme suit :

a Les caractéristiques générales du cas clinique :

Afin de faciliter la navigation et le choix de cas clinique pour les étudiants, les formateurs sont invités à renseigner à l'aide de menus déroulants la discipline concernée, le niveau de difficulté du cas, et le titre du cas clinique (Figure 16).

Figure 16 : Capture d'écran : outil auteur, définition des caractéristiques lors de la création du cas clinique

b Anamnèse et commémoratifs :

Ces étapes demandent à l'auteur de remplir des cases prédéfinies. Afin de limiter le temps de rédaction, certains éléments sont à remplir sous forme de choix de menu déroulant, ou de cases à cocher. Les éléments obligatoires sont signalés par un astérisque. Pour faciliter la mise en forme du cas clinique pour les étudiants, les auteurs sont incités à rédiger des phrases complètes pour les cases nécessitant un texte rédigé (Figure 17).

The screenshot shows a progress bar at the top with four steps: 1. Infos générales (checked), 2. Anamnèse (active), 3. Commémoratifs, and 4. Examen clinique. Below the progress bar, the 'Anamnèse' form is displayed. It includes the following fields: 'Animal name *' (Médor), 'Chien' (dropdown), 'Espèce *' (dropdown), 'Race *' (Cane Corso), 'Âge *' (0), 'Stérilisé' (dropdown), 'Statut physiologique *' (dropdown), and 'Motif de consultation *' (Coco est présenté en consultation pour des épisodes de vomissements alimentaires évoluant depuis 3 jours).

Figure 17 : Capture d'écran : outil auteur, étape "anamnèse"

c Examen clinique

Cette étape est basée sur le même modèle que les étapes précédentes (Figure 18).

Il est possible d'ajouter sous forme de texte rédigé par le formateur d'autres informations qu'un examen clinique général tel qu'il a été défini dans l'application. Cela permet d'obtenir un compromis entre la rapidité de rédaction pour la plupart des PV, et la flexibilité de la plateforme nécessaire à la variété des disciplines.

The screenshot displays a user interface for a clinical examination tool. At the top, there is a progress bar with five steps: 'Infos générales', 'Anamnèse', 'Commemoratifs', 'Examen clinique' (highlighted with a blue circle and the number 4), and 'Diagnostic hypothesis' (highlighted with a blue circle and the number 5). Below the progress bar, the form is organized into sections:

- Etat général:** A dropdown menu set to 'Bon'.
- Ambulatoire:** A dropdown menu set to 'Ambulatoire'.
- Déplacement:** A text input field.
- Poids:** A text input field containing the value '35'.
- NEC:** A text input field containing the value '3'.
- Normal:** A dropdown menu set to 'Normal'.
- hydratation:** A text input field.
- Température rectale:** A text input field containing the value '38'.
- Système cardiovasculaire:**
 - Muqueuses:** A text input field containing 'Rouges et humides'.
 - Pouls fémoraux:** A text input field containing 'Non concordants avec le choc précordial'.
 - Pouls métatarsien:** An unchecked checkbox.
 - Fréquence cardiaque:** A text input field containing '170'.
 - Auscultation cardiaque:** A text input field containing 'Souffle cardiaque de grade 6/6 associé à une arythmie marquée'.
- Système respiratoire:** A section header for the next part of the form.

Figure 18 : Capture d'écran : outil auteur, étape examen clinique

d Hypothèses diagnostiques :

L'objectif de la création de PV sur cette plateforme étant en priorité l'entraînement au raisonnement clinique, cette étape prend obligatoirement la forme d'un questionnaire.

L'auteur est invité à choisir un type de questionnaire et des types de questions lui sont suggérées sous forme de *placeholder*. Par exemple, il peut choisir de mettre en place un QCM, dont l'intitulé serait "Au vu de l'anamnèse et des données cliniques en votre possession, quelles hypothèses diagnostiques retenez-vous ? ». Les détails des questionnaires disponibles sont développés en partie 3.

e Examens complémentaires :

Cette étape demande l'intégration de fichiers (par exemple une image radiographique). Elle permet également d'intégrer un questionnaire afin de commenter les résultats, d'infirmer ou de confirmer une hypothèse diagnostique.

f Diagnostic :

Cette étape est construite sur le même modèle que l'étape « hypothèses diagnostiques », avec une seule réponse possible.

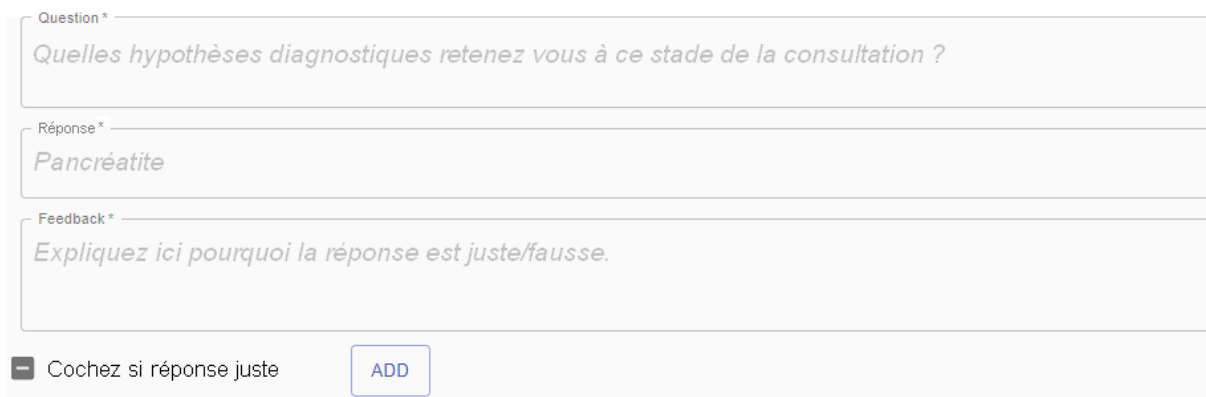
g Traitement :

De la même manière, l'auteur ne peut que créer des questionnaires dans cette étape.

3 Types de questionnaires possibles :

Toujours dans le même but de diminuer le temps investi par les formateurs, seuls deux types de questionnaires sont autorisés :

- Les Questionnaires à Choix Multiples (QCM) : l'auteur remplit l'intitulé de la question, puis les réponses possibles, et le statut correct ou incorrect de chaque réponse (Figure 19).



The screenshot shows a form for creating a Multiple Choice Question (QCM). It consists of three main input fields stacked vertically, each with a label and a placeholder text:

- Question ***: The placeholder text is "Quelles hypothèses diagnostiques retenez vous à ce stade de la consultation ?".
- Réponse ***: The placeholder text is "Pancréatite".
- Feedback ***: The placeholder text is "Expliquez ici pourquoi la réponse est juste/fausse."

Below the input fields, there is a checkbox labeled "Cochez si réponse juste" and a blue button labeled "ADD".

Figure 19 : Capture d'écran : outil auteur, construction d'un QCM

Le bouton ADD permet d'ajouter une nouvelle réponse.

- Les questions à réponse courte (un mot) : l'auteur remplit l'intitulé de la question et la réponse attendue. La plateforme autorise une différence entre majuscules et minuscules, mais pas de faute d'orthographe. Il est donc important d'être précis dans la formulation de la question.

Ces deux types de questionnaires présentent l'avantage de permettre une correction automatisée contrairement aux questions-réponses à paragraphes, qui demandent au formateur de relire les réponses afin d'en évaluer la justesse.

4 Feedbacks

Les feedbacks peuvent être correctifs (justifient le caractère faux d'une réponse) ou instructifs (à la suite d'une réponse juste, afin de compléter les connaissances concernant le sujet abordé ou bien afin de valider le raisonnement de l'étudiant en apportant des

arguments scientifiques). Ainsi, pour chaque questionnaire, les formateurs ont la possibilité d'insérer des feedbacks.

Pour les QCM : une case apparait pour chaque réponse entrée par le formateur. Le format est une case à remplir, laissant libre le formateur d'insérer des références et des précisions.

Pour les questions réponses courtes, le formateur doit remplir la réponse juste et a le choix du type de feedback qu'il souhaite ajouter.

C Interface "étudiant" :

1 Choix des cas cliniques :

La présentation des cas cliniques est simple, sous forme de tableau (Figure 20). Des filtres sont mis en place pour choisir le cas le plus adapté en auto-apprentissage (discipline, niveau de difficulté).

Date de créa...	Niveau	Discipline	Titre	Lancer
29/08/2021	A1	CARDIOLOGIE	Amaigrissement chronique chez un dogue allemand	LANCER
29/08/2021	A3	CANCEROLOGIE	Gina ne mange plus	LANCER
06/09/2021	A4	GASTRO-ENTEROLOGIE	Poppy a mal au ventre	LANCER

Figure 20 : Capture d'écran : interface étudiant, liste des cas cliniques existants

2 Rendu du cas clinique dans l'interface étudiant :

L'étudiant peut choisir le cas clinique qu'il souhaite réaliser.

Chaque étape du cas apparait sur une page, une ligne d'avancée permet de savoir à quelle étape se trouve l'utilisateur. Certaines étapes sont mises en forme afin de ne pas occuper trop de place sur l'écran. Les étapes « Anamnèse » et « examen clinique » par exemple sont présentées sous forme de tableau. L'étape « commémoratifs » est présentée sous le tableau de l'anamnèse, sous la forme d'un paragraphe. Les phrases sont soit rédigées par l'auteur, soit générées par le site selon les cases cochées (Figure 21)

1 ————— 2 ————— 3

Anamnèse & commémoratifs Examen clinique Hypothèses diagnostiques

Nom	Gina
Age (en mois)	33
Espèce	Chien
Race	Beauceron
Statut physiologique	Stérilisée

Motif de consultation

Gina présente des épisodes de vomissements non alimentaires évoluant depuis 24h, associés depuis 12h à une anorexie

Commémoratifs

Gina n'a pas d'antécédents médicaux

Gina a tendance au pica.

Gina est à jour de ses vaccinations

Gina est à jour de ses API. .

Gina mange des croquettes achetées en animalerie, pour les chiens de grande race stérilisés.


Figure 21 : Capture d'écran : interface étudiant, étape « anamnèse-commémoratifs »

Les feedbacks apparaissent une fois que l'étudiant a validé ses réponses (Figure 22)

✓ ————— ✓ ————— ✓ ————— 4

Anamnèse & commémoratifs Examen clinique Hypothèses diagnostiques Examens complémentaires

Vous avez opté pour un examen de radiographie. Vous obtenez ce cliché. Pouvez vous dès lors établir un diagnostic, ou avez vous besoin d'autres examens complémentaires ?



Non, j'ai besoin d'un examen échographique.
Ici, le corps étranger est radio-opaque. La radio est suffisante pour poser le diagnostic de corps étranger.

Oui, je peux poser un diagnostic
En effet, vous observez un corps étranger digestif, radio opaque.

CHECK RESPONSE

BACK FINISH

Figure 22 : Capture d'écran : interface étudiant, étape « Examens complémentaires ». Feedbacks

IV. Limites et perspectives de la plateforme :

A En termes d'utilisation :

La plateforme est à ce jour hébergée sur un serveur local et n'est pas encore accessible au public car en cours de construction. Les fonctionnalités présentées précédemment sont celles prévues pour la première version de la plateforme. Une fois ces fonctionnalités en place, elle pourra être un outil pédagogique simple d'utilisation. Ce type de plateforme pourrait permettre l'intégration au cursus de patients virtuels utilisés en autonomie par les étudiants ou exigée par les formateurs dans le cadre de leur enseignement. Elle a pour but de participer à la standardisation de l'enseignement en autorisant une collaboration entre les établissements de formation. Il est également tout à fait possible d'envisager de l'utiliser dans le cadre de la formation continue.

B Fonctionnalités envisagées :

1 Construction des cas cliniques :

Les choix réalisés pour diminuer le temps de rédaction affectent de fait la flexibilité de la plateforme, c'est-à-dire sa capacité à accueillir différents formats de cas cliniques. La forme standardisée autorise peu de libertés et peu limiter son utilisation pour différentes disciplines. En effet elle ne permet pas de simuler un suivi sur le long terme (une seule consultation est simulée) ce qui pourrait limiter les cas complexes de médecine interne ou un suivi dermatologique par exemple. La création de cas cliniques dans le domaine des urgences-réanimation semble également compliquée avec cette plateforme car l'architecture de l'examen clinique n'est pas adaptée et le déroulé des étapes n'est pas tout à fait celui des étapes d'une admission aux urgences. De manière générale la plateforme ne se prête pas à la simulation d'un cas clinique dans lequel de fréquents allers-retours entre l'évaluation clinique et le traitement sont nécessaire du fait de sa structure rigide. Il s'agit d'un choix délibéré pendant la construction de la plateforme qui pourrait accueillir d'autres formats de PV dans le futur. A court terme, il serait intéressant de proposer à l'auteur de choisir entre un format rigide avec des étapes prédéfinies, et un format « à la carte », avec la possibilité d'insérer de nouvelles étapes. Par exemple, dans le cas où l'auteur souhaiterait ajouter une réévaluation de l'animal, il aurait la possibilité d'insérer, une nouvelle étape « Examen clinique » après la première étape de traitement. Il serait également intéressant

de proposer un type de construction à embranchements afin d'intégrer des projets de plus grande envergure sur la même plateforme.

Une autre fonctionnalité intéressante serait la possibilité de s'entraîner à d'autres compétences que celle du raisonnement clinique. Par exemple, il serait possible d'ajouter des fichiers et des questionnaires à l'étape de l'examen clinique avec lesquels les étudiants devraient s'entraîner à décrire un souffle cardiaque, une lésion dermatologique, ophtalmologique, une dyspnée...

Pour l'instant, seuls les patients virtuels concernant les chiens et les chats sont possibles. Une extension aux autres espèces (nouveaux animaux de compagnie, animaux de production) est envisageable avec une adaptation des étapes aux spécificités d'espèce. Le développement de ces fonctionnalités demande cependant beaucoup de temps et a donc été écarté dans la première version.

2 Pédagogie :

Les types de questionnaires conservés dans cette version sont les plus courants et intuitifs à rédiger. Mais il serait intéressant de diversifier les types de questionnaires disponibles (textes à trou, remplir un tableau...) pour obtenir un outil plus ludique.

Le projet initial ne comporte pas de système de notation. Il est envisageable de mettre en place une notation automatique en fonction du nombre de réponses positives, afin de permettre une auto-évaluation sans faire intervenir le formateur. Une évaluation plus fine, avec la possibilité de pondérer les questions et d'attribuer à certaines réponses un caractère obligatoire ou rédhibitoire pour la réussite d'un cas clinique serait dans ce cas intéressante. La notation pourrait aussi se faire en fonction du temps pris par l'étudiant à terminer un cas clinique.

Pour l'instant les formateurs n'ont pas accès aux résultats des étudiants. Dans le cadre de l'intégration de ces PV au cursus il semble nécessaire de mettre en place cette fonctionnalité afin de permettre aux formateurs de suivre les progrès et l'état d'avancement des étudiants d'une promotion dans les cas cliniques.

Pour l'instant seuls les profils formateurs peuvent créer des cas cliniques afin de conserver un contenu propre et maîtrisé. Cette limite est facilement contournable en créant un profil

formateur. Une fois un système de vérification du profil mis en place (par l'adresse électronique professionnelle par exemple) il est envisageable d'accorder aux profils apprenants un accès temporaire à l'outil auteur donné par un formateur par exemple. Cette fonctionnalité serait intéressante pour l'enrichissement de la plateforme mais également d'un point de vue pédagogique. Les études sur le sujet sont rares mais la création d'un cas clinique inscrit l'étudiant dans une démarche active (recherche de sources afin de créer un cas clinique le plus complet et réaliste possible...). Une étude au Royal Veterinary College cite un programme dans lequel des étudiants plus avancés dans le cursus ont créé des cas cliniques Powerpoint. Ces cas cliniques sont décrits comme documentés, enrichis avec des images, des fichiers audios, des vidéos... Les étudiants rapportent que la création de cas cliniques virtuels leur a permis une meilleure compréhension du contenu. Les résultats ne citent cependant que le ressenti des étudiants, l'impact de ce programme n'a pas été mesuré précisément (avec une évaluation par exemple) (Trace et al. 2012).

CONCLUSION :

Les patients virtuels ont prouvé leur intérêt dans le cadre de l'apprentissage chez les étudiants en santé et notamment pour la compétence de raisonnement clinique. D'autres études sont cependant nécessaires pour préciser les points clés à ne pas omettre pour optimiser leur efficacité dans l'enseignement.

A l'ère du tout numérique, les établissements de formation s'engagent dans leur développement mais les moyens personnels et financiers limitent leur intégration à grande échelle. L'utilisation de ces outils se fait en fonction de l'engagement des équipes pédagogiques et des outils à leur disposition.

Ces outils restent limités en termes d'accessibilité. Ils sont la plupart du temps coûteux, non accessibles au public ou difficiles à prendre en main. Par ailleurs, la diversité des outils utilisés limite la coopération entre les équipes pédagogiques des différents établissements de formation, augmentant ainsi le coût de création d'un cas clinique. Dans le domaine vétérinaire, les plateformes spécialisées dans la création de cas cliniques virtuels sont quasi inexistantes.

Le travail proposé représente les premières étapes de la création d'une plateforme permettant l'édition de cas cliniques vétérinaires pour tous les établissements. La version accessible au public et hébergée sur le WEB nécessite encore du travail. Les coûts d'hébergement et de gestion restent à définir, en fonction de son utilisation et de l'investissement personnel du développeur dans sa maintenance. L'idée reste cependant de rendre cet outil facilement accessible aux établissements publics de formation.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Xavier NOUVEL, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **RANGER Louise** intitulée « **PATIENTS VIRTUELS POUR L'APPRENTISSAGE DU RAISONNEMENT CLINIQUE : A TOUTS ET LIMITES, ETAT DES LIEUX ET CREATION D'UNE PLATEFORME DE CAS CLINIQUES VETERINAIRES EN LIGNE** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 04/11/2021
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Docteur Xavier NOUVEL



Vu :
Le Président du jury
Professeur Thomas GEERAERTS



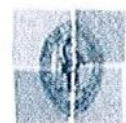
Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul
Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le Doyen de la faculté de
Médecine de Toulouse-Rangueil
Monsieur Elie SERRANO



Mme de RANGER Louise
a été admis(e) sur concours en : 2016
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 09/07/2019
a validé son année d'approfondissement le: 14/10/2021
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



BIBLIOGRAPHIE

AAMC, Institute for Improving Medical Education, 2007. Effective use of education technology in medical education. *Colloquium on educational technology: recommendations and guidelines for medical educators*. Association of American Medical Colleges.

ABBEY, Louis M., **ARNOLD**, Pamela, **HALUNKO**, Lucy, **HUNEKE**, Mary Beth et **LEE**, Stacie, 2003. CASE STUDIES for Dentistry®: Development of a Tool to Author Interactive, Multimedia, Computer-Based Patient Simulations. *Journal of Dental Education*. Vol. 67, n° 12, pp. 1345-1354.

ACADÉMIE FRANÇAISE, Compétence. 9eme édition. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9C3231>. Consulté le 8 septembre 2021.

ALLENSPACH, Karin, **BELL**, Jodie et **WHITTLESTONE**, Kim D., 2008. Interactive Clinical Cases in Veterinary Education Used to Promote Independent Study. *Journal of Veterinary Medical Education*. Vol. 35, n° 4, pp. 589-594.

AMGHAR, Agnès. *Enrichissement de l'hôpital virtuel des carnivores domestiques sur la plateforme d'apprentissage Moodle à l'aide de 4 cas cliniques de cancérologie*. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Thèse en cours, visible à l'adresse : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/ListRecord.htm>. Consulté le 7 juillet 2021

BECK, J. R., **O'DONNELL**, J. F., **HIRAI**, F., **SIMMONS**, J. J., **HEALY**, J. C. et **LYON**, H. C., 1989. Computer-based exercises in anemia diagnosis (Planalyzer). *Methods of Information in Medicine*. Vol. 28, n° 4, pp. 364-369.

BITZER, M., 1966. Clinical nursing instruction via the PLATO simulated laboratory. *Nursing Research*. 1966. Vol. 15, n° 2, pp. 144-150.

BOUCHET, Aude 2020. *Création d'un support pédagogique numérique interactif sur un cas clinique de colique en médecine équine*. Faculté de Médecine de Créteil : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

BYRON, Julie K., **JOHNSON**, Susan E., **ALLEN**, L. Clare V., **BRILMYER**, Cheryl et **GRIFFITHS**, Robert P., 2014. Development and pilot of Case Manager: a virtual-patient experience for veterinary students. *Journal of Veterinary Medical Education*. Vol. 41, n° 3, pp. 225-232.

CHARLIN, Bernard, **BOSHUIZEN**, Henny P. A., **CUSTERS**, Eugene J. et **FELTOVICH**, Paul J., 2007. Scripts and clinical reasoning. *Medical Education*. Vol. 41, n° 12, pp. 1178-1184.

CHASSANGUE, Lucille, 2013. *Intérêt de l'apprentissage en ligne (ou E-learning) dans la formation vétérinaire : application à l'enseignement de la médecine des collectivités canines et félines*. Faculté de Médecine de Créteil : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

COMSEP LTTF, 2013. Decision sim. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=sR8ijuaoFtU>. Consulté le 6 septembre 2021.

COOK, David A., **ERWIN**, Patricia J. et **TRIOLA**, Marc M., 2010. Computerized virtual patients in health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*. Vol. 85, n° 10, pp. 1589-1602.

COOK, David A., LEVINSON, Anthony J., GARSIDE, Sarah, DUPRAS, Denise M., ERWIN, Patricia J. et MONTORI, Victor M., 2010. Instructional design variations in internet-based learning for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*. Vol. 85, n° 5, pp. 909-922.

COOK, David A. et TRIOLA, Marc M., 2009. Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps. *Medical Education*. Vol. 43, n° 4, pp. 303-311.

DE CORTE, Erik, 2000. Marrying theory building and the improvement of school practice: a permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*. Vol. 10, n° 3, pp. 249-266.

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE, 2017. *Référentiel d'activité professionnelle et de compétences à l'issue des études vétérinaires*. Annexe de l'arrêté ministériel du 20 avril 2007 relatif aux études vétérinaires.

DOLOCA, Adrian, TANCULESCU, Oana, CIONGRADI, Iulia, TRANDAFIR, Laura, STOLERIU, Simona et IFTENI, Gabriela, 2015. Comparative study of virtual patient applications. *Proceedings of the Romanian Academy - Series A: Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science*. Vol. 16, pp. 466-473.

ELLAWAY, Rachel, CANDLER, Chris, GREENE, Peter et SMOTHERS, Valerie, 2006. An architectural model for MedBiquitous Virtual Patients. Baltimore. Medbiquitous. En ligne disponible à l'adresse : <http://groups.medbiq.org/medbiq/display/VPWG/MedBiquitous+Virtual+Patient+Architecture>. Consulté le 21 août 2020.

ENDE, J., 1983. Feedback in clinical medical education. *JAMA*. Vol. 250, n° 6, pp. 777-781.

EVIP, 2021. About eViP | eViP Electronic Virtual Patients. En ligne disponible à l'adresse : <https://virtualpatients.eu/about/about-evip/>. Consulté le 18 août 2021.

FISCHER, M. R., AULINGER, B. et BAEHRING, T., 1999. Computer-based training (CBT). Case-oriented learning on the PC with CASUS/ProMediWeb System. *Deutsche Medizinische Wochenschrift (1946)*. Vol. 124, n° 46, pp. 1401.

FISCHER, Martin R., 2000. CASUS – An authoring and learning tool supporting diagnostic reasoning. *Zeitschrift fur Hochschuldidaktik*. pp. 87-98.

GRANRY, J-C et MOLL, M-C, 2012. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Rapport : Haute autorité de Santé. En ligne disponible à l'adresse : <http://www.has-sante.fr/>. Consulté le 12 août 2021.

GUEST, C. B., REGEHR, G. et TIBERIUS, R. G., 2001. The lifelong challenge of expertise. *Medical Education*. Vol. 35, n° 1, pp. 78-81.

HALFON, Tanit, 2021. Quel horizon pour l'enseignement vétérinaire français ? *La semaine Vétérinaire*. 19 mars 2021. pp. 34-40.

HARRIS, I, 1993. New Expectations for Professional Competence. L. Curry et J.F. Wergin, *Educating Professionals Responding to new expectations for competence and accountability*. San Francisco : Jossey-Bath editors.

HOULETTE, Julien. Enrichissement de la plateforme numérique Moodle « hôpital virtuel » à l'aide de cas cliniques d'infectiologie. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Thèse en cours, visible à l'adresse : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/ListRecord.htm>. Consulté le 7 juillet 2021

HUANG, Grace, **REYNOLDS**, Robby et **CANDLER**, Chris, 2007. Virtual patient simulation at US and Canadian medical schools. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*. Vol. 82, n° 5, pp. 446-451.

HUWENDIEK, Sören, **DE LENG**, Bas A., **ZARY**, Nabil, **FISCHER**, Martin R., **RUIZ**, Jorge G. et **ELLAWAY**, Rachel, 2009. Towards a typology of virtual patients. *Medical Teacher*. Vol. 31, n° 8, pp. 743-748.

INSTRUCT, 2021. CASUS Projects in medicine e-learning. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.instruct.eu/elearning-projects-medicine>. Consulté le 24 août 2021

JR, Frank, **LS**, Snell, **OT**, Cate, **ES**, Holmboe, C, **Carraccio**, SR, **Swing**, P, **Harris**, NJ, **Glasgow**, C, **Campbell**, D, **Dath**, RM, **Harden**, W, **Iobst**, DM, **Long**, R, **Mungroo**, DL, **Richardson**, J, **Sherbino**, I, **Silver**, S, **Taber**, M, **Talbot** et **KA**, **Harris**, 2010. Competency-based medical education: theory to practice. *Medical teacher*. Vol. 32, n° 8.

KALYUGA, Slava, 2005. Prior Knowledge Principle in Multimedia Learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York, NY, US: Cambridge University Press. pp. 325-337. ISBN 978-0-521-54751-2.

KHALIL, Mohammed K., **MANSOUR**, Mahmoud M. et **WILHITE**, Dewey R., 2010. Evaluation of cognitive loads imposed by traditional paper-based and innovative computer-based instructional strategies. *Journal of Veterinary Medical Education*. Vol. 37, n° 4, pp. 353-357.

KIESEWETTER, Jan, **SAILER**, Michael, **JUNG**, Valentina M., **SCHÖNBERGER**, Regina, **BAUER**, Elisabeth, **ZOTTMANN**, Jan M., **HEGE**, Inga, **ZIMMERMANN**, Hanna, **FISCHER**, Frank et **FISCHER**, Martin R., 2020. Learning clinical reasoning: how virtual patient case format and prior knowledge interact. *BMC medical education*. Vol. 20, n° 1, pp. 73.

KIM, Sara, **PHILLIPS**, William R, **PINSKY**, Linda, **BROCK**, Doug, **PHILLIPS**, Kathryn et **KEARY**, Jane, 2006. A conceptual framework for developing teaching cases: a review and synthesis of the literature across disciplines. *Medical Education*. Vol. 40, n° 9, pp. 867-876.

KINNISON, Tierney, **FORREST**, Neil David, **FREAN**, Stephen Philip et **BAILLIE**, Sarah, 2009. Teaching bovine abdominal anatomy: Use of a haptic simulator. *Anatomical Sciences Education*. Vol. 2, n° 6, pp. 280-285.

KNEEBONE, Roger, 2003. Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Medical Education*. Vol. 37, n° 3, pp. 267-277.

KURTZ, Maxime et **WUILLEMIN**, Florian, 2017. Élaboration d'un hôpital virtuel en ligne présentant des cas de médecine interne grâce à la plateforme Moodle. Faculté de Médecine de Créteil : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

LAROUSSE, Définitions : compétence - Dictionnaire de français Larousse. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/comp%C3%A9tence/17648>. Consulté le 18 août 2020.

LEUNG, Joseph Yc, **CRITCHLEY**, Lester Ah, **YUNG**, Alex Lk et **KUMTA**, Shekhar M., 2011. Introduction of virtual patients onto a final year anesthesia course: Hong Kong experience. *Advances in Medical Education and Practice*. 2011. Vol. 2, pp. 71-83.

LIU, Qian, **PENG**, Weijun, **ZHANG**, Fan, **HU**, Rong, **LI**, Yingxue et **YAN**, Weirong, 2016. The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*. Vol. 18, n° 1, pp. e2.

MAUGÈRE, Hélène. Enrichissement de l'hôpital virtuel des carnivores domestiques sur la plateforme d'apprentissage MOODLE par la création de cas cliniques médico-chirurgicaux dans le domaine de l'urologie. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Thèse en cours, visible à l'adresse : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/ListRecord.htm>. Consulté le 7 juillet 2021

MCCUNE, Velda et **ENTWISTLE**, Noel, 2000. The deep approach to learning: analytic abstraction and idiosyncratic development. *Innovations in Higher Education Conference, Helsinki*. University of Edinburg.

MCGILL UNIVERSITY, 2008. MMi DiagnosisX - Virtual Patient. En ligne disponible à l'adresse : <http://community.cases.mmi.mcgill.ca/>. Consulté le 6 septembre 2021.

MEDIZINISCHE FACULTÄT HEIDELBERG, 2019. CAMPUS Card-Player. Zentrum für Virtuelle Patienten. En ligne disponible à l'adresse : https://virtuellepatienten.de/eviphd/index.html?guest=true&vp=hp_lumbalpunktion#. Consulté le 25 août 2021

MEDIZINISCHE FAKULTAT, 2019. Campus Software. Centre for virtual Patients. En ligne disponible à l'adresse : <http://www.medizinische-fakultaet-hd.uni-heidelberg.de/Centre-for-Virtual-Patients.109881.0.html?&L=en>. Consulté le 15 août 2021

MEDSIM HEALTHCARE EDUCATION, 2021. DxR Clinician – MedSim Healthcare Education Co. En ligne disponible à l'adresse: <https://medsimhealth.com/dxr-clinician-2/>. [Consulté le 6 septembre 2021.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE et **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE**, 2007. Arrêté du 20 avril 2007 relatif aux études vétérinaires. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006056197>. Consulté le 18 août 2020.

NENDAZ, Mathieu, **CHARLIN**, Bernard, **LEBLANC**, Vicki et **BORDAGE**, Georges, 2005. Le raisonnement clinique : données issues de la recherche et implications pour l'enseignement. *Pédagogie Médicale*. Vol. 6, n° 4, pp. 235-254.

NORMAN, Geoffrey, 2005. Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Medical Education*. Vol. 39, n° 4, pp. 418-427.

OPENLABYRINTH DEVELOPMENT CONSORTIUM, 2014. OpenLabyrinth User Guide for OpenLabyrinth version 3.2.1. En ligne disponible à l'adresse : <https://demo.openlabyrinth.ca/documents/UserGuide.pdf>.

OPENLABYRINTH DEVELOPMENT CONSORTIUM, 2021. OpenLabyrinth - Virtual scenarios and education research. En ligne disponible à l'adresse : <https://openlabyrinth.ca/>. Consulté le 20 septembre 2021.

PRAT, Marie, 2008. *E-learning, réussir un projet : pédagogie, méthodes et outils de conception, déploiement, évaluation*. St-Herblain France : ENI éditions. ISBN 978-2-7460-4122-6.

RENAULT, Elvire. Enrichissement sur la plateforme Moodle de l'hôpital virtuel à l'aide de nouveaux cas de gastro-entérologie : complément à l'enseignement du cursus initial en médecine des carnivores domestiques. . Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Thèse en cours, visible à l'adresse : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/ListRecord.htm>. Consulté le 7 juillet 2021.

RIFFAULT, Manon, 2020. Enrichissement de l'hôpital virtuel de la plateforme Moodle : création de cas cliniques en urgences respiratoires. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Thèse en cours, visible à l'adresse : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/ListRecord.htm>. Consulté le 7 juillet 2021.

ROYAL VETERINARY COLLEGE, 2021. eMedia Showcase - Cardiac Virtual Patients. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.rvc.ac.uk/review/cardiocases/>. Consulté le 18 août 2020.

ROYAL VETERINARY COLLEGE Jess. The Emergency Case Simulator. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.rvc.ac.uk/review/cases/website/Jess/jess.htm>. Consulté le 17 août 2021.

SCHMIDT, Henk G. et **RIKERS**, Remy M. J. P., 2007. How expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness script formation. *Medical Education*. Vol. 41, n° 12, pp. 1133-1139.

SIMFORHEALTH, 2019. MedicActiV | La plateforme de formation des professionnels de santé par simulation numérique. MedicActiv. En ligne disponible à l'adresse : <https://www.medicactiv.com/fr>. Consulté le 3 février 2021.

SMOTHERS, Valerie, **ELLAWAY**, Rachel et **BALASUBRAMANIAM**, Chara, 2008. eViP: sharing virtual patients across Europe. *AMIA Annual Symposium proceedings*. AMIA Symposium. pp. 1140.

SOUICISSE, A, **MAUFRETTE**, Y et **KANLDBINDER**, PA, 2003. Les Problèmes : Pivots de l'apprentissage par problème (app)' et de la motivation ? *Res. Academica*. Vol. 21, pp. 129-150.

TARDIFF, Jacques, 1998. La construction du savoir dans l'enseignement au collégial ou de l'encyclopédisme à la médiation cognitive dans l'enseignement au collégial. *17e colloque annuel de l'Association québécoise de pédagogie collégiale*.

THE OHIO STATE UNIVERSITY | COLLEGE OF VETERINARY MEDICINE, 2013. Vet Med Case Manager. En ligne disponible à l'adresse : <https://vetmedcases.osu.edu/dashboard>. Consulté le 31 août 2021.

TRACE, Chris, **BAILLIE**, Sarah et **SHORT**, Nick, 2012. Development and preliminary evaluation of student-authored electronic cases. *Journal of Veterinary Medical Education*. Vol. 39, n° 4, pp. 368-374.

VANNIER, France, 2020. Enrichissement de l'hôpital virtuel des carnivores domestiques sur la plateforme d'apprentissage MOODLE à l'aide de 4 cas cliniques d'hématologie. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Thèse en cours, visible à l'adresse : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/ListRecord.htm>. Consulté le 7 juillet 2021

VAONA, Alberto, **BANZI**, Rita, **KWAG**, Koren H., **RIGON**, Giulio, **CEREDA**, Danilo, **PECORARO**, Valentina, **TRAMACERE**, Irene et **MOJA**, Lorenzo, 2018. E-learning for health professionals. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Vol. 1.

ZARY, Nabil et **FORS**, Uno, 2004. Web-SP-A Generic Web-based Interactive Patient Simulation System. *Medinfo*. Vol. 400, pp. 1928.

ZARY, Nabil et **FORS**, Uno G., 2003. WASP--a generic web-based, interactive, patient simulation system. *Studies in Health Technology and Informatics*. Vol. 95, pp. 756-761.

ZARY, Nabil, **JOHNSON**, Gunilla, **BOBERG**, Jonas et **FORS**, Uno G. H., 2006. Development, implementation, and pilot evaluation of a Web-based Virtual Patient Case Simulation environment--Web-SP. *BMC medical education*. Vol. 6, pp. 10.

ANNEXES

LISTE DES FIGURES DES ANNEXES :

Figure A2 - 1 : Capture d'écran d'un cas clinique rédigé sur CAMPUS	77
Figure A2 - 2 : : Capture d'écran d'un cas clinique sur CAMPUS : feedbacks	78
Figure A3 - 1 : : Page de création de cas cliniques dans le logiciel FACS (Leung et al. 2011) ...	79
Figure A3 - 2 : Capture d'écran de l'interface auteur de FACS (Leung et al. 2011).....	80
Figure A3 - 3 : Captures d'écran d'une étape d'un PV sur FACS (Leung et al. 2011)	81
Figure A4 - 1 : Interface auteur dans le système CASESTUDIES (Abbey et al. 2003)	82
Figure A5 - 1: Capture d'écran de l'interface graphique de VPSim en 2013, permettant de visualiser l'arbre décisionnel d'un PV (COMSEP LTTF 2013)	85
Figure A6 - 1: Exemple d'une construction en embranchements dans le logiciel OpenLabyrinth (OpenLabyrinth Development Consortium: 2014)	86
Figure A6 - 2 : Exemple d'un nœud vu par un apprenant dans OpenLabyrinth, extrait du guide d'utilisation.....	87
Figure A7 - 1 : Capture d'écran de l'interface étudiant issue de la vidéo démo du logiciel. Disponible sur https://www.youtube.com/watch?v=TBVoGBRk2zk	89
Figure A7 - 2 : Capture d'écran de l'interface étudiant issue de la vidéo démo du logiciel. Disponible sur https://www.youtube.com/watch?v=TBVoGBRk2zk	90
Figure A8 - 1 : Capture d'écran de l'interface étudiant invité de Case Manager.....	91
Figure A8 - 2 : Capture d'écran d'un cas clinique sur le Case Manager	92
Figure A9 - 1 : Capture d'écran de l'outil auteur de la plateforme Medicactiv	94
Figure A9 - 2 : Capture d'écran de l'étape "interrogatoire du patient" sur un PV de la plateforme MedicActiv.....	95

ANNEXE 1 : PLATEFORME CASUS.

CASUS est la première plateforme de création de PV créée en 1993 à l'Université de Ludwig-Maximilians en Allemagne (Leung et al. 2011).

Elle est payante pour les établissements de formation souhaitant l'intégrer dans leur cursus. CASUS est actuellement toujours utilisé dans 15 établissements de formation dans le monde, et héberge actuellement 850 PV.

Les auteurs de cette plateforme décrivent les deux objectifs de cette plateforme (Fischer 2000):

- Permettre aux étudiants allemands en médecine de développer leur compétence de raisonnement clinique en les confrontant aux problèmes cliniques plus fréquemment et plus tôt dans leur cursus.
- Permettre la mise en place de cas cliniques par les formateurs, sans compétences informatiques particulières.

Les cas cliniques sont linéaires et sont constitués d'étapes prédéfinies (historique, examen clinique, examens complémentaires, diagnostique et traitement). Un mode semi-linéaire permet aux étudiants de naviguer entre différents « tableaux » d'hypothèses diagnostiques, et d'examens complémentaires. Si le déroulé du scénario final ne change pas, l'exploration des hypothèses diagnostiques peut se faire dans un ordre choisi.

Les auteurs écrivent des chapitres, dans lesquels ils relient les hypothèses diagnostiques, les découvertes cliniques et les conclusions. L'interface auteur semble accueillie positivement par les quatre auteurs désignés pour tester la version bêta de la plateforme. Elle est décrite par les auteurs interrogés comme intuitive.

CASUS met deux outils à la disposition des auteurs :

- La possibilité d'intégrer des commentaires aux phases importantes du cas, afin de signifier aux apprenants l'importance d'une connaissance, ou bien de leur délivrer un retour.
- Le "Mapping tool" : il émet une représentation graphique du cas, et de toutes les étapes, afin de simplifier l'étape pendant laquelle l'auteur relie des hypothèses diagnostiques aux résultats d'examens complémentaires.

ANNEXE 2 : PLATEFORME CAMPUS

Cet outil, développé en 1999 dans l'Université de Heidelberg, ressemble au système CASUS. De la même manière il permet de créer des cas cliniques linéaires sans connaissances particulières en programmation (Leung et al. 2011).

Il n'est gratuit que pour les établissements de formation partenaires du projet.

Il offre trois modes d'utilisation (Medizinische Fakultät, 2019) :

- Le mode simulateur : (CAMPUS classic) permet la création de cas cliniques linéaires avec de nombreux questionnaires et donne l'accès à toutes les fonctionnalités du site. Il permet comme dans le système CASUS de créer des cas semi linéaires.
- Le "card-based mode" (CAMPUS card) est une version simplifiée, permettant moins de questionnaires et ne donne pas la possibilité de naviguer entre les questions.
- Le « CAMPUS Testing System » est utilisé à des fins d'évaluation, dans lequel aucun feedback n'est possible.

Une étape d'un PV est visible sur la Figure A2 - 1 (Medizinische Fakultät Heidelberg 2019).

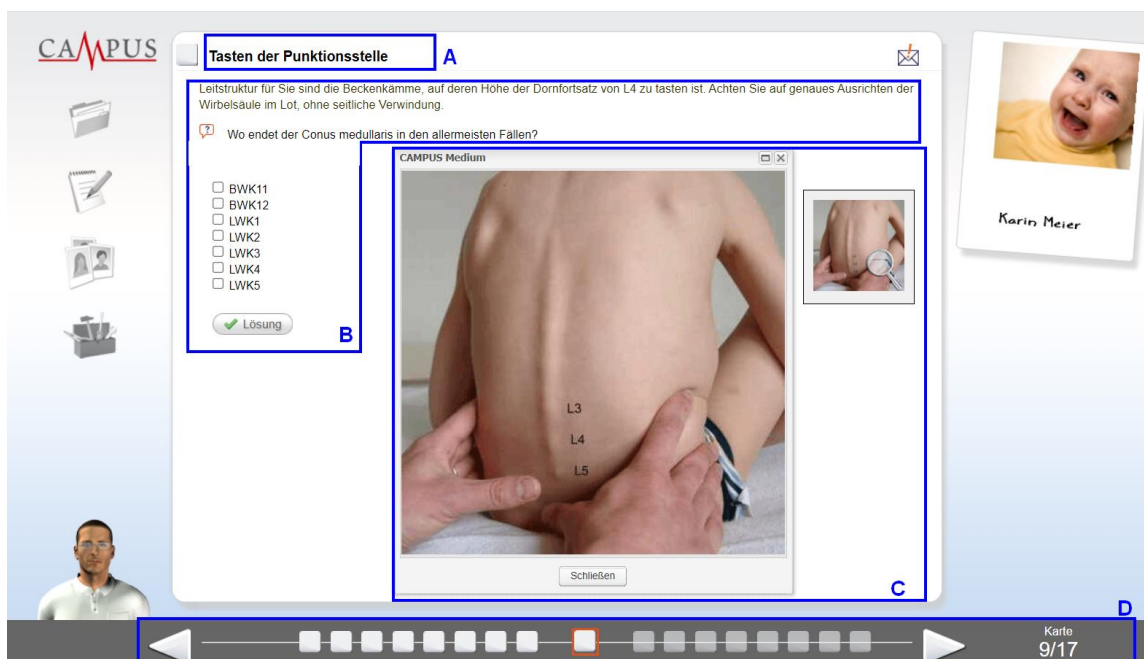


Figure A2 - 1 : Capture d'écran d'un cas clinique rédigé sur CAMPUS, disponible sur https://virtuellepatienten.de/eviphd/index.html?quest=true&vp=hp_lumbalpunktion#

On retrouve à chaque étape les éléments suivants :

A : Le titre de l'étape

B : Le contenu qui peut prendre la forme :

- D'informations simples dans le cadre de l'anamnèse par exemple
- De questionnaires de type QCM ou question réponse courte

C : Des fichiers multimédias (Audio, vidéo, images) si l'auteur en a intégrés.

D : Un témoin de progression : les flèches horizontales permettent de passer à l'étape suivante ou de revenir en arrière

Les questionnaires, sur les cas cliniques testés (Medizinische Fakultät Heidelberg 2019), peuvent prendre la forme de QCM ou de questions à réponses ouvertes courtes. La liste des types de questionnaires proposés n'est pas accessible.

Quand l'apprenant choisit une réponse, le feedback apparaît, donnant la réponse juste et un éventuel complément d'information (Figure A2 - 2).

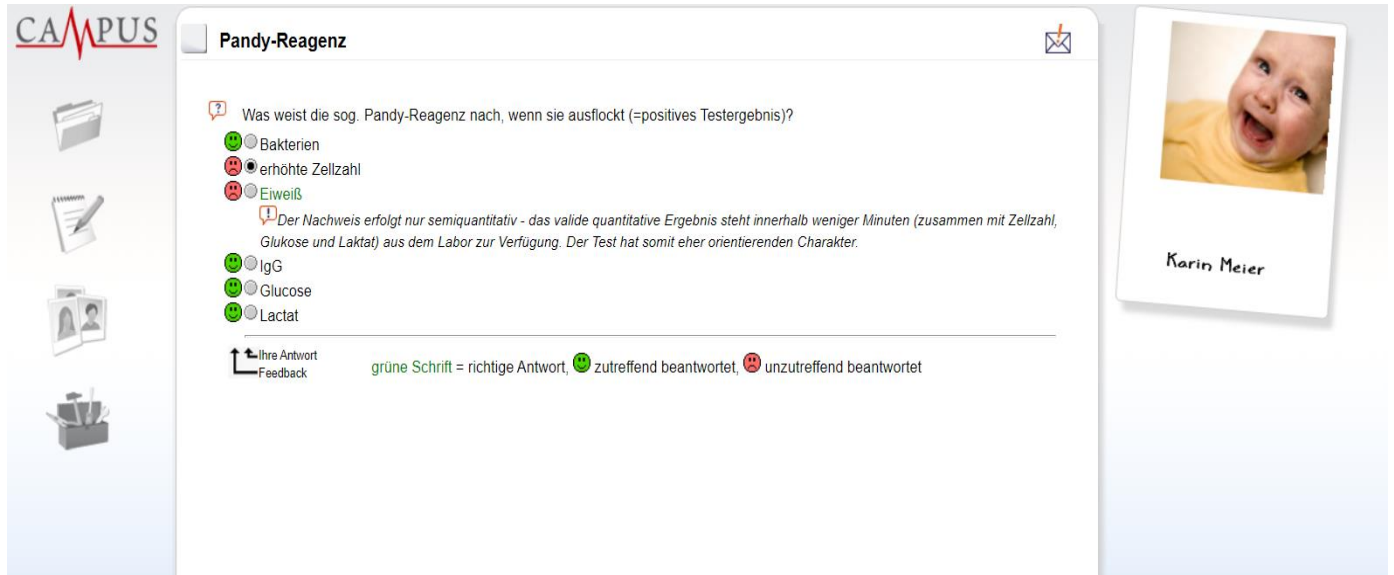


Figure A2 - 2 : : Capture d'écran d'un cas clinique sur CAMPUS : feedbacks

Au même titre que le système CASUS, l'interface auteur n'a pas pu être testée, et la facilité de création n'ont pas été évaluées. Les informations concernant l'édition de cas cliniques sont issues de la littérature.

ANNEXE 3 : PLATEFORME FORMATIVE ASSESSMENT CASE STUDIES (FACS) :

Cette plateforme a été développée en 2003 par le Département d'Orthopédie et de Traumatologie et le centre des ressources pédagogiques de l'Université de Hong Kong en 2003 (Leung et al. 2011). Elle est hébergée sur un serveur central physique à l'Université de Hong Kong, et n'est pas accessible au public. En revanche, elle est largement utilisée dans le cursus médical des étudiants de Hong Kong, essentiellement en fin de cursus, et hébergeait en 2011, plus de 100 cas de chirurgie, orthopédie, oto-rhino-laryngologie et anesthésie.

FACS, contrairement aux outils précédemment décrit, demande à l'auteur de créer en premier lieu la structure du cas, autorisant ainsi la création de cas cliniques à embranchements. Pour faciliter cette structure il utilise une interface graphique permettant de visualiser ces embranchements et les liens qui mènent d'une étape à l'autre (Figure A3 - 1).

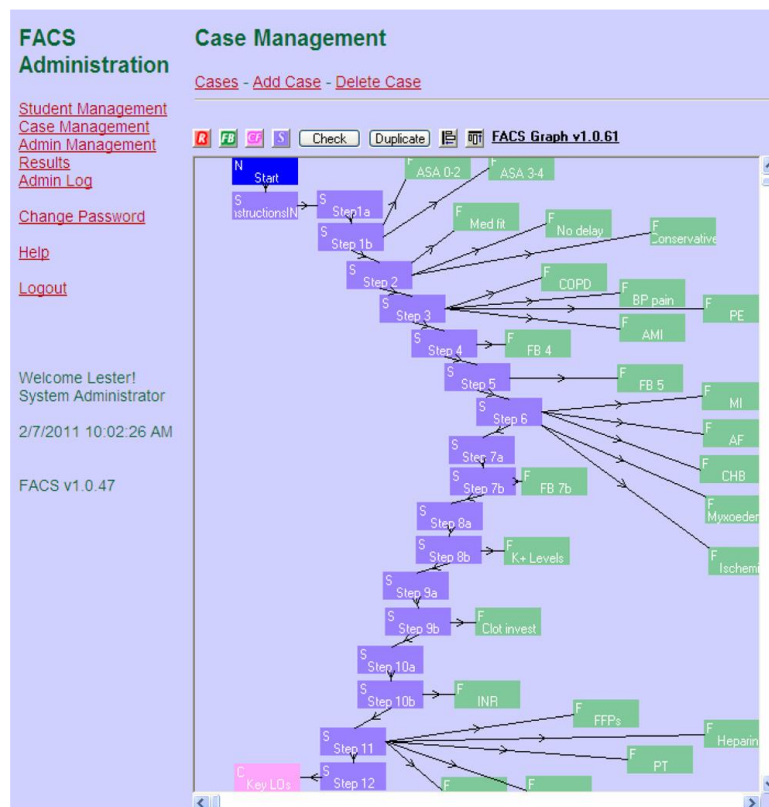


Figure A3 - 1 : Page de création de cas cliniques dans le logiciel FACS (Leung et al. 2011)

Sur cet exemple le cas clinique est linéaire avec chaque étape du cas matérialisée par une boîte violette. Les cases bleues sont celles permettant le début du cas et en rose la fin du cas. Les boîtes vertes matérialisent les feedbacks.

L'interface auteur nécessite cependant une maîtrise du langage HTML et n'est pas intuitive (Figure A3 - 2). Ce programme convient pour l'usage d'une équipe à l'échelle d'un projet mais semble donc limité pour une distribution à grande échelle.

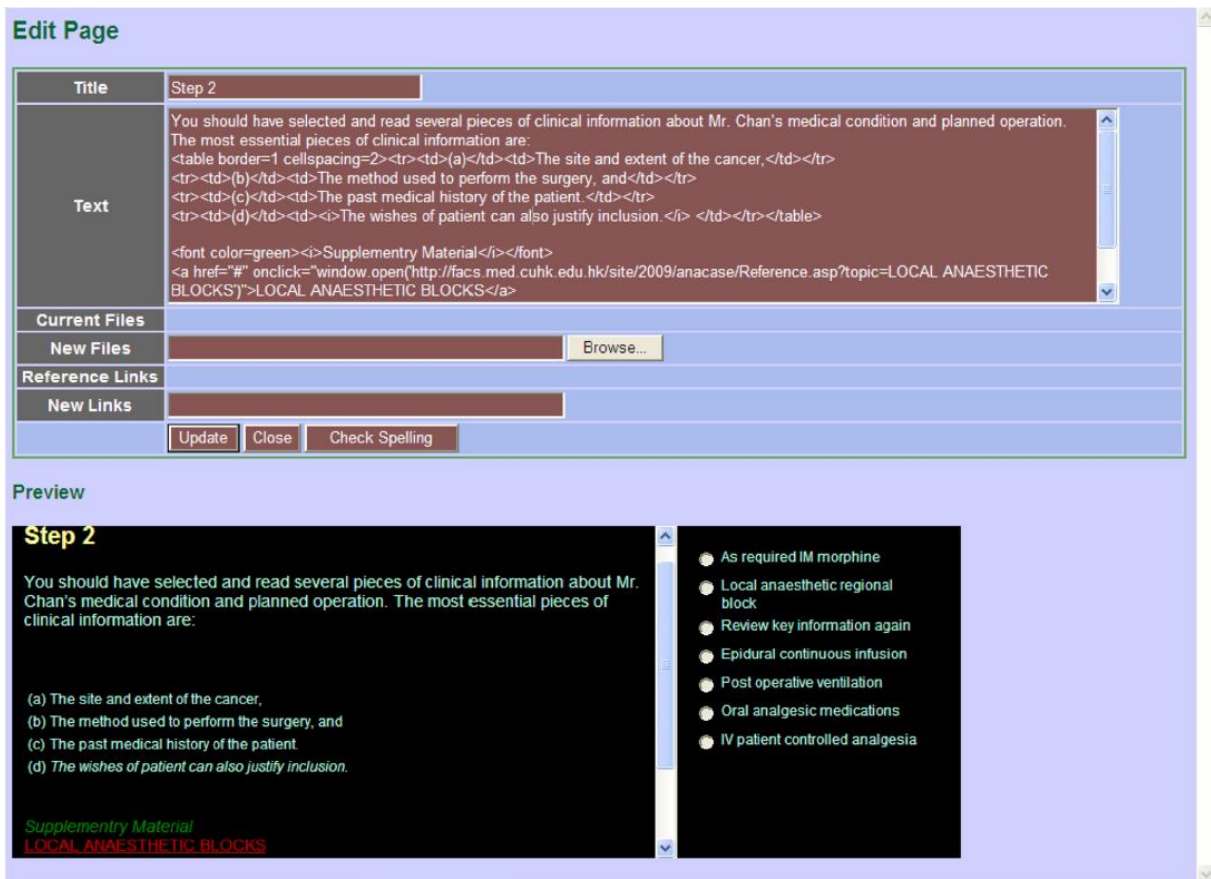


Figure A3 - 2 : Capture d'écran de l'interface auteur de FACS (Leung et al. 2011)

Pour les apprenants chaque étape est une page web et les décisions se matérialisent par des liens vers ces pages web (Figure A3 - 3)

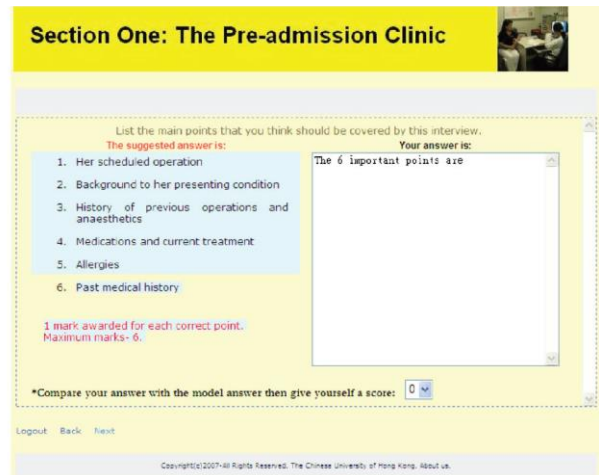
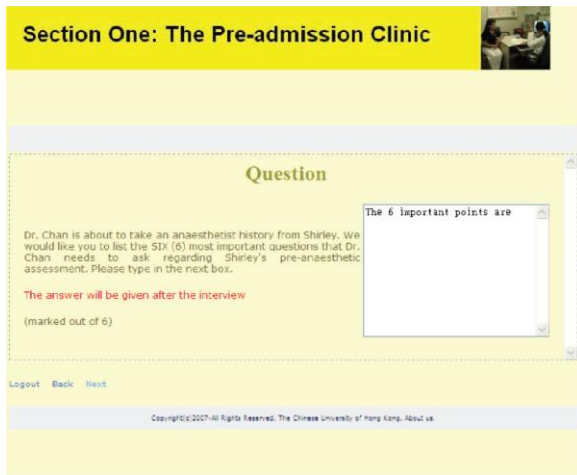


Figure A3 - 3 : Captures d'écran d'une étape d'un PV sur FACS (Leung et al. 2011)

ANNEXE 4 : PLATEFORME CASE STUDIES FOR DENTISTRY:

En 2003, une équipe développe sur un projet de 5 ans le logiciel CASESTUDIES FOR DENTISTRY à l'Université du Commonwealth de Virginie (Abbey et al. 2003).

Ce programme n'est pas accessible au public et n'a pour le moment été utilisé que dans les cours dispensés par l'université.

La construction du cas répond à un modèle linéaire à étapes prédéfinies adapté à la dentisterie : l'anamnèse, les commémoratifs, l'examen clinique dentaire (examen de la tête et du cou, examen intra oral, percussions, test au froid et à la chaleur), les images radiographiques, les examens complémentaires (biopsie, frottis, hématologie, biochimie, culture). Viennent ensuite les hypothèses diagnostiques et le traitement. Les étapes des hypothèses diagnostiques au traitement sont sous forme de questionnaires rédigés par les auteurs des cas. Des questionnaires prérédigés sont proposés. Les hypothèses diagnostiques sont cochées parmi une liste par l'étudiant et un feedback positif ou négatif peut être rédigé pour chaque hypothèse. L'étudiant peut ensuite choisir de tester les hypothèses à l'aide des examens complémentaires puis établir le diagnostic. La partie traitement se divise en plusieurs catégories (prescription médicale, traitement chirurgical...). L'étudiant choisit le traitement parmi une liste établie par le formateur.

Durant toute la création du cas, les étapes sont visualisables à la droite de l'écran pour l'auteur (Figure A4 - 1).



Figure A4 - 1 : Interface auteur dans le système CASESTUDIES (Abbey et al. 2003)

A la fin de chaque cas, un résumé du parcours de l'apprenant est imprimé, et peut servir de support à la discussion et à l'évaluation.

La plateforme est en cours de test et de développement.

Cette plateforme spécialisée dans les cas cliniques de dentisterie permet une rédaction rapide de cas par les formateurs. En revanche elle reste limitée à une utilisation interne et ne permet pas l'utilisation à grande échelle pour l'instant.

ANNEXE 5 : PLATEFORME VP-SIM

Développée en 2007 par l'Université de Pittsburgh (Doloca et al. 2015), elle est déjà utilisée dans de nombreuses universités d'Amérique du Nord. DecisionSim est la version commerciale développée à partir de VPSIM, par l'entreprise Decision Simulation. Cette plateforme est payante : l'établissement de formation peut souscrire un abonnement à l'année pour utiliser l'outil.

Elle permet de créer des PV linéaires et à embranchements, dans le domaine de la médecine humaine.

Pour cela, elle permet de créer des étapes ou « nœuds », de différents types :

- Le nœud « Narratif » : il permet d'apporter des éléments au scénario, mais ne permet pas d'aller à différents nœuds, il autorise un seul chemin.
- Le nœud « à embranchements » : il donne à l'apprenant la possibilité de choisir l'étape suivante. Il est possible d'insérer des compteurs qui établissent un score selon les décisions de l'étudiant.
- Le nœud « MCQ » (questionnaire à choix multiple) : il demande à l'apprenant de choisir la bonne réponse parmi une liste avant de passer à l'étape suivante. Si une mauvaise réponse est choisie, elle peut faire varier les compteurs, et générer un texte de feedback, qui précise pourquoi l'apprenant a commis une erreur.
- Le nœud « investigation » dans lequel l'apprenant peut réunir des informations en cliquant sur des choix qui génèrent un feedback direct. Par exemple, ce nœud peut être utilisé dans une étape « Examens complémentaires » : l'apprenant peut choisir les examens complémentaires dans une liste proposées, et les résultats apparaissent sous forme de feedback.
- Le nœud « Réponse Texte » : une question est formulée, et l'apprenant doit répondre dans une zone de texte dédiée. Cette réponse figurera dans le rapport final du cas clinique mais n'est pas soumise au système de notation automatique. En revanche, une fois la réponse enregistrée, un feedback contenant la bonne réponse peut être inséré.
- Le nœud « orphelin » : il n'est pas relié aux autres nœuds, aucun choix ne permet d'y arriver comme une nouvelle étape. En revanche, il est possible d'y arriver dans le cas

ANNEXE 6 : PLATEFORME OPEN LABYRINTH :

C'est une solution sous licence libre : elle est utilisable gratuitement par tous (code accessible) mais non déployée sur le web. Les organismes qui souhaitent l'utiliser doivent donc l'héberger sur leur propre serveur après récupération et modification éventuelle du code. Elle demande donc des compétences informatiques particulières, ou un certain investissement de la part de l'organisme de formation pour être mise en place (mobilisation d'un service informatique, financement de serveurs...).

OpenLabyrinth permet la construction de PV et est couramment utilisé par les universités médecine. Les cas cliniques sont, au choix de leurs auteurs, accessibles à tous ou à un nombre réduit de personnes (sur un serveur privé, ou sécurisés par un mot de passe).

Outil auteur : Les constructions possibles sont variées. Il est en effet possible de créer des cas linéaires, linéaires aux étapes prédéfinies (HEIDR : historique, examen clinique, investigation, diagnostic, gestion), ou un cas à embranchements. La construction par embranchements reste le point fort du logiciel (Figure A6 - 1).

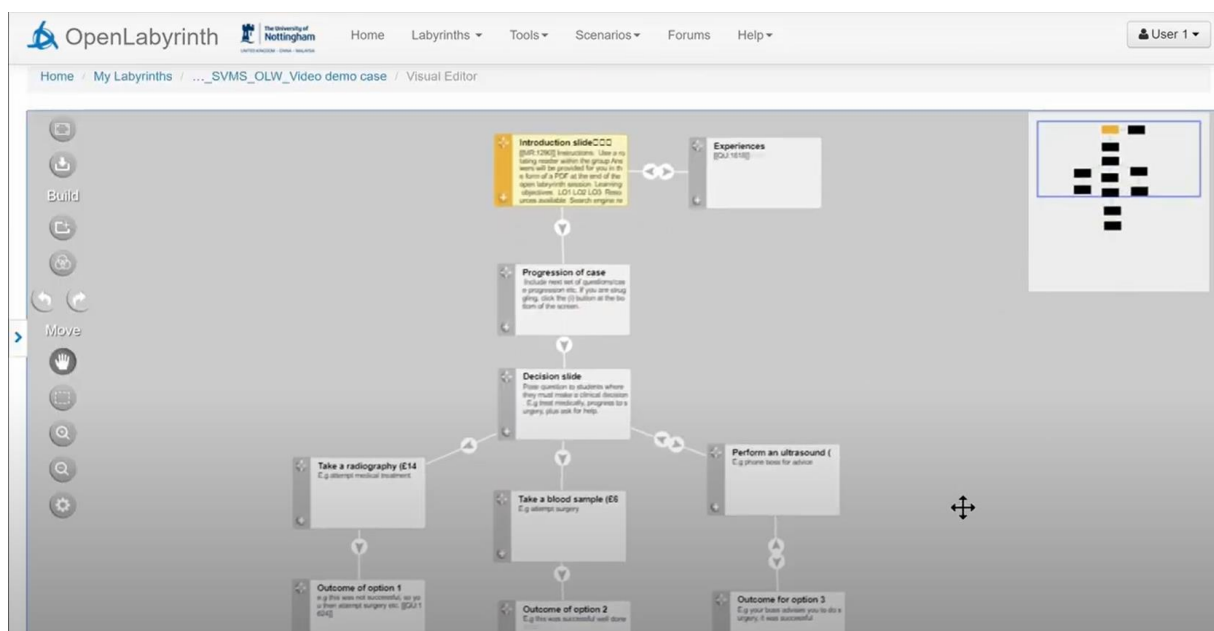


Figure A6 - 1: Exemple d'une construction en embranchements dans le logiciel OpenLabyrinth (OpenLabyrinth Development Consortium : 2014)

Le site permet à l'auteur de visualiser les nœuds et les liens entre eux, afin de faciliter la construction par embranchements.

Chaque nœud est une étape du cas. Le nœud est toujours constitué des mêmes éléments (Figure A6 - 2).

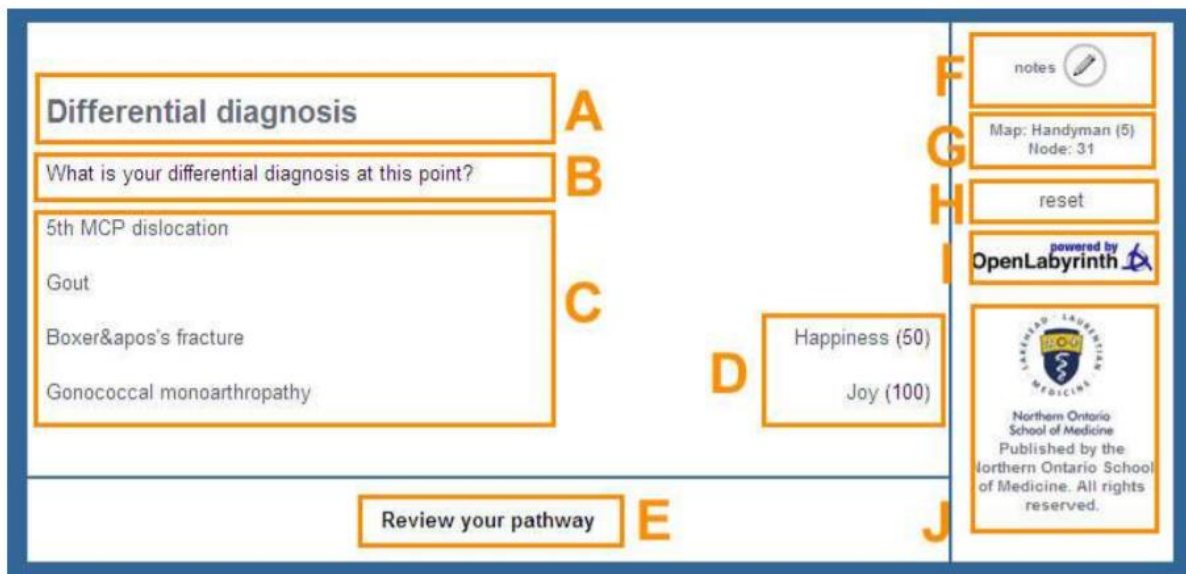


Figure A6 - 2 : Exemple d'un nœud vu par un apprenant dans OpenLabyrinth, extrait du guide d'utilisation

A : Titre du nœud : chaque nœud a un titre, visible en haut de chaque page.

B : Contenu : Il n'est pas obligatoire, mais sera quasiment toujours présent. Il peut décrire les conséquences du choix antérieur et donner de nouvelles indications concernant le cas.

C : Options en hyperlien : elles permettent de choisir l'étape suivante. Elles peuvent prendre la forme de réponses à un QCM comme sur la figure ci-dessus ou bien donner le titre du prochain nœud.

E : Revoir son cheminement : c'est un lien qui permet de visualiser le chemin parcouru depuis le début du cas. Il permet ensuite de cliquer sur une étape afin de revenir en arrière. Cela n'annule pas les actions réalisées jusque-là et peut affecter certains compteurs.

D : Compteurs : ils sont définis par l'auteur sur chaque nœud. Un choix peut faire baisser ou augmenter le compteur d'un nombre de points définis par l'auteur.

G : Numéro de nœud : il permet d'identifier une étape si l'apprenant veut en discuter plus tard avec l'auteur du cas.

H : Reset : permet de quitter l'avancée du cas et de recommencer du début.

I : retour à l'accueil.

J : D'autres liens, outils et textes peuvent être ajoutés ici

Fonctionnalités :

Les feedbacks interviennent à différents niveaux :

- Dans un nœud
- A la fin du cas : ils peuvent prendre en compte le nombre de nœuds visités entrant dans la catégorie « à visiter absolument », ou « à éviter absolument ».
- En commentaire sur le temps passé à compléter le cas
- Sur les valeurs des compteurs à la fin du cas.

Les questionnaires prennent plusieurs formes : réponse ouverte, questionnaire à choix multiples... Ils sont intégrés dans un nœud ou servent à passer d'un nœud à l'autre.

Afin d'augmenter la fidélité, il est possible :

- De créer un avatar du patient (impossible s'il s'agit d'un cas vétérinaire) en choisissant son âge, son genre...
- De mettre en place un temps limité pour la réalisation du cas
- D'ajouter des médias, audio, images ou vidéos.

Avantages / limites : Un tel outil permet la création de cas cliniques par embranchements de manière simple et rapide. En revanche, OpenLabyrinth n'est pas une solution « tout en main ». L'Université ou le formateur souhaitant l'utiliser doit avoir quelques notions d'informatique afin d'héberger le code sur un serveur et de le mettre à disposition de ses étudiants. La création de cas cliniques à embranchements présente les avantages d'être ludique, mais elle reste longue à créer et à explorer.

ANNEXE 7 : PLATEFORME DXR CLINICIAN :

C'est un logiciel développé par MedSim. Son accès est payant.

Elle permet avant tout aux étudiants de s'entraîner sur des scénarios déjà existants (1020 scénarios rédigés par des professionnels en 2019) mais l'option de création de nouveaux PV peut être souscrite par les universités (MedSim Healthcare Education, 2021). Il est en effet possible pour le formateur d'assigner aux étudiants des cas cliniques proposés dans le logiciel mais aussi de les personnaliser ou d'en créer de toute pièce.

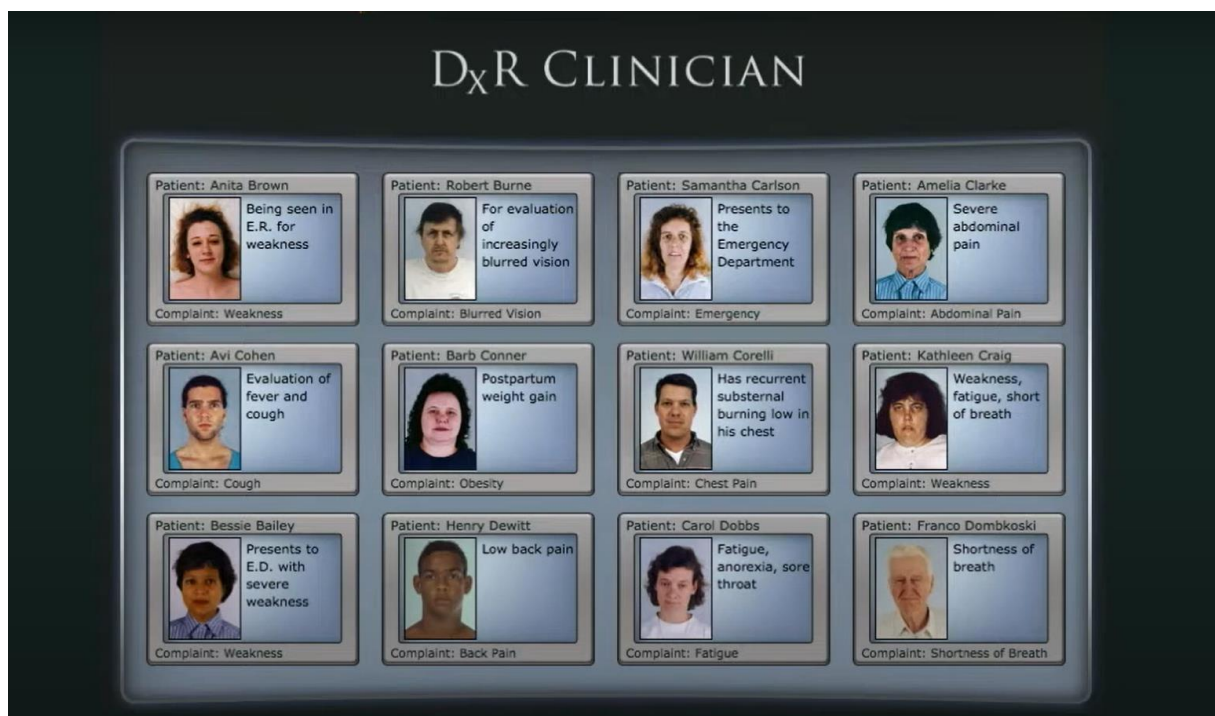


Figure A7 - 1 : Capture d'écran de l'interface étudiant issue de la vidéo démo du logiciel. Disponible sur <https://www.youtube.com/watch?v=TBVoGBRk2zk>

Peu de détails sont donnés sur les questionnaires. Ils se présentent sous forme de QCM.

Les interactions avec le patient virtuels se matérialisent par :

- Des simulations de dialogue : les questions sont sélectionnées par l'étudiant et sont posées au patient qui répond à la première personne.
- La possibilité de choisir un outil spécifique pour l'examen clinique (stéthoscope...) et de le placer sur la partie du corps du patient sur une image.

Une photo du patient est toujours présente sur l'écran.

Les fichiers multimédias supportés par la plateforme sont nombreux (images, fichiers audios au moment de l'auscultation ...), (Figure A7 - 2).

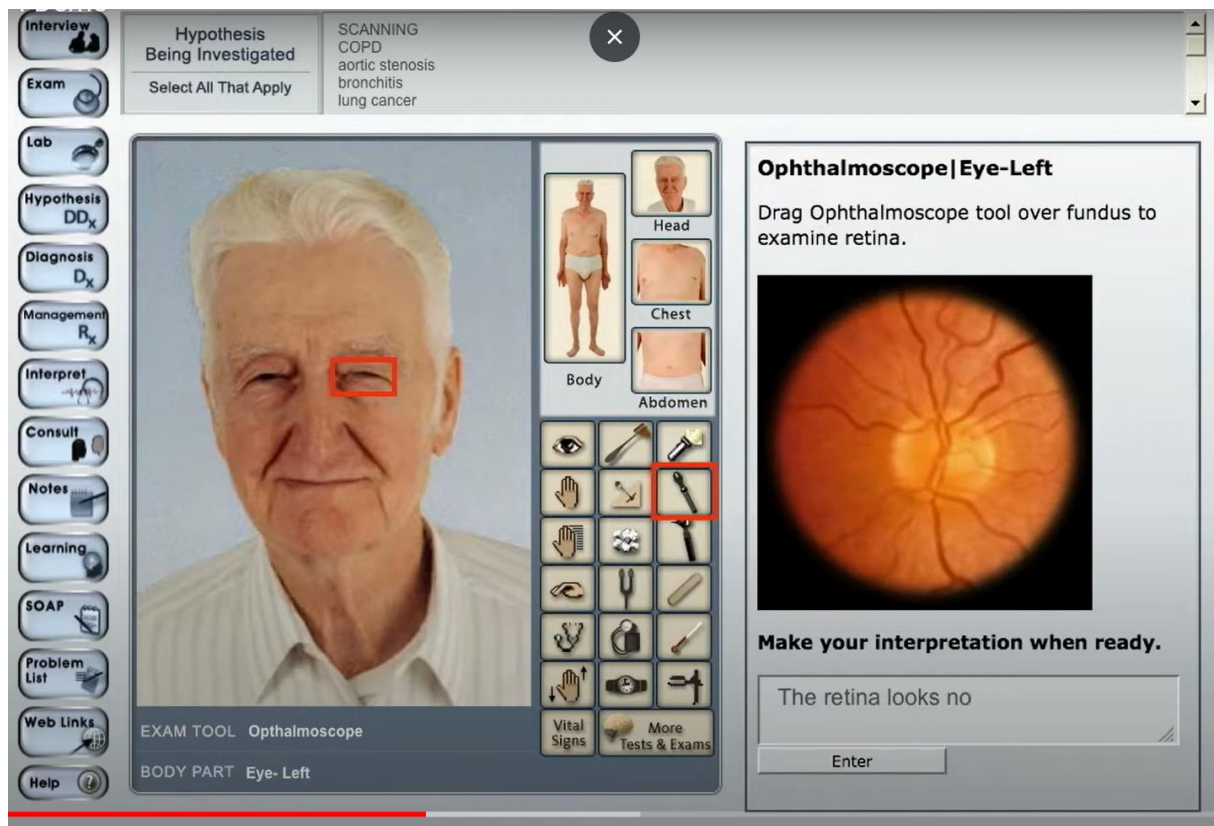


Figure A7 - 2 : Capture d'écran de l'interface étudiant issue de la vidéo démo du logiciel. Disponible sur <https://www.youtube.com/watch?v=TBVoGBRk2zk>

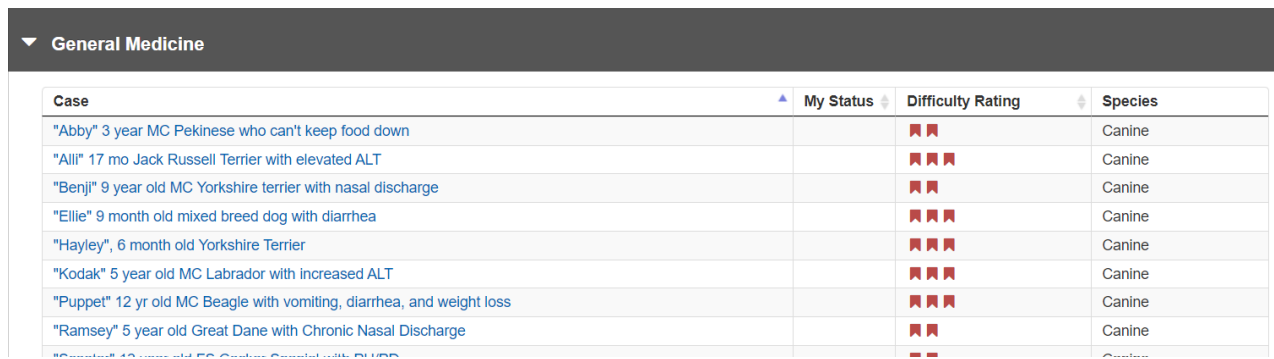
Il ne semble en revanche pas y avoir de feedbacks en temps réel dans les cas cliniques de cette plateforme. En effet, sur un examen, s'il est possible pour l'étudiant de remplir une case avec ses conclusions mais aussi de voir le « rapport de l'expert » sur l'examen, il n'y a pas de feedback adapté à ses réponses.

En ce qui concerne l'évaluation, le logiciel produit un compte rendu détaillé de l'activité de étudiants et de ses capacités à résoudre les différents problèmes, à répondre aux questionnaires...

ANNEXE 8 : PLATEFORME VET CASE MANAGER

Vet Case Manager a été développé en 2014 dans l'université de Médecine Vétérinaire de l'Ohio. Cette plateforme permet la création de cas cliniques vétérinaires et est accessible aux étudiants de l'université sur leur intranet. Il est possible d'ouvrir un compte invité pour tester les cas cliniques ouverts au public. En revanche il n'est pas possible d'accéder à l'interface auteur (The Ohio State University | College of Veterinary Medicine 2013).

Les cas cliniques se présentent pour l'étudiant par discipline et les informations (titre, niveau de difficulté, espèces concernées, et avancée dans le cas) sont regroupées dans un tableau (Figure A8 - 1)



Case	My Status	Difficulty Rating	Species
"Abby" 3 year MC Pekinese who can't keep food down		★★	Canine
"Alli" 17 mo Jack Russell Terrier with elevated ALT		★★★	Canine
"Benji" 9 year old MC Yorkshire terrier with nasal discharge		★★	Canine
"Ellie" 9 month old mixed breed dog with diarrhea		★★★	Canine
"Hayley", 6 month old Yorkshire Terrier		★★★	Canine
"Kodak" 5 year old MC Labrador with increased ALT		★★★	Canine
"Puppet" 12 yr old MC Beagle with vomiting, diarrhea, and weight loss		★★★	Canine
"Ramsey" 5 year old Great Dane with Chronic Nasal Discharge		★★	Canine
"Samuel" 10 year old MC Golden Retriever with PU/PD		★★	Canine

Figure A8 - 1 : Capture d'écran de l'interface étudiant invité de Case Manager

L'objectif de cette plateforme est la création de cas cliniques vétérinaires en moins d'une heure (Byron et al. 2014). Pour cela, la création de cas cliniques linéaires standardisés dans leur forme est la seule option. Les étapes sont les étapes classiques d'un cas clinique. L'interactivité apparaît, comme dans la plupart des plateformes de cas cliniques en collier de perle, au moment de l'établissement des hypothèses diagnostiques. Elle se matérialise par des cases à cocher. L'auteur a également la possibilité de rentrer un texte pour chaque réponse prévue (feedback positif ou négatif).

La fidélité se manifeste par la présence de fichiers multimédias (images, fichiers audio, vidéos) et la mise en place d'une simulation de budget (Figure A8 - 2).

"Scooter" 12 year old FS Cocker Spaniel with PU/PD

Diagnostic Plan

When finished, you may compare your selections with the experts by clicking the Compare with Expert button.

Although this dog has several problems, we decide to focus on the polyuria/polydipsia. Based on the differentials you have listed, what are the INITIAL diagnostic tests you will perform on Scooter?

Client Budget	\$700.00
Remaining:	\$700.00

<input type="checkbox"/>	ABDOMINAL TAP	\$43.00
<input type="checkbox"/>	BLOOD GLUCOSE	\$15.50
<input type="checkbox"/>	BILIRUBIN-TOTAL	\$21.25
<input type="checkbox"/>	URINALYSIS	\$34.25
<input type="checkbox"/>	URINE CULTURE	\$80.00
<input type="checkbox"/>	RADIOLOGY SA-THORAX 3 VIEWS	\$118.25
<input type="checkbox"/>	PROFILE 17 TESTS-SM ANIMAL	\$64.25

Figure A8 - 2 : Capture d'écran d'un cas clinique sur le Case Manager

Case Manager a été testé par 37 étudiants en médecine vétérinaire dans le cadre de leur formation en Médecine Interne des Petits animaux de Compagnie (Byron et al. 2014). La majorité des étudiants rapporte que l'utilisation de cet outil a augmenté leur engagement dans l'apprentissage, amélioré leurs compétences de raisonnement clinique et a permis d'enrichir la variété de cas auxquels ils ont été exposés. La plupart des étudiants considère également que ce format est supérieur en termes d'efficacité pédagogique aux formats plus classiques et moins interactifs de présentation de cas cliniques.

ANNEXE 9 : PLATEFORME MEDICACTIV

Cette plateforme, développée par SimforHealth en 2019 permet la création de PV pour tous les acteurs de la santé (SimforHealth 2019). La plateforme propose de créer des cas cliniques virtuels avec un fort degré d'immersion grâce à ses graphismes développés.

Elle permet de créer des PV de deux façons :

- Avec le support technique des équipes de SimForhealth (service payant) : le PV peut exister sur différents supports : ordinateur, tablette, smartphone, réalité virtuelle...
- En autonomie : les cas cliniques sont alors créés par étapes guidées.

La version création de PV en autonomie est gratuite. Des PV de démonstration sont accessibles à tous et une boutique en ligne permet de télécharger des cas cliniques déjà développés. L'accès aux cas cliniques est payant pour les apprenants ou les universités souhaitant mettre des cas cliniques à disposition de leurs étudiants (environ 50€ par utilisateur et par an)

Etapes guidées mais nombreuses : après la création d'un compte, l'auteur peut créer des cas cliniques linéaires. Il est possible de choisir toutes les disciplines de la médecine, cependant l'outil n'est pas adapté à tous les formats. En effet, s'il est possible de choisir le domaine « médecine vétérinaire », l'outil ne permet pas la rédaction d'un cas clinique de type vétérinaire, car ne propose ni d'avatar animal ni d'interrogatoire avec son propriétaire. Pour l'instant l'outil semble surtout adapté aux acteurs de la santé humaine.

L'outil auteur permet de choisir les étapes du cas clinique (interrogatoire, examen clinique, analyse, diagnostic, recommandations, etc.) et d'y intégrer des dialogues sonorisés, des médias (images, sons, vidéos) (Figure A9 - 1).

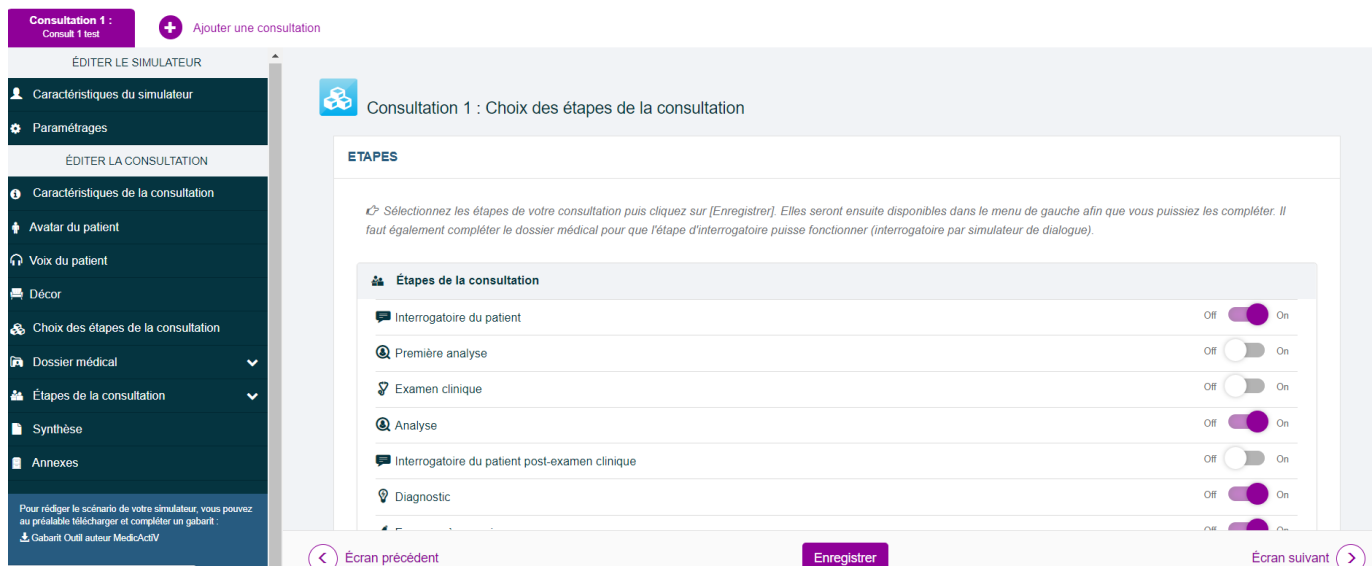


Figure A9 - 1 : Capture d'écran de l'outil auteur de la plateforme Medicativ

Les étapes du cas cliniques sont classiques mais détaillées. Il est ainsi possible dans un PV d'intégrer plusieurs consultations comprenant elles-mêmes plusieurs examens cliniques, plusieurs interrogatoires de patient. En parallèle, il est possible de renseigner un dossier médical contenant le mode de vie du patient, ses antécédents, une lettre de son médecin généraliste s'il s'agit d'une consultation de référé...

Les questionnaires : ils interviennent surtout au moment des étapes d'hypothèses diagnostiques, examens complémentaires, diagnostic et traitement. Ils peuvent être ajoutés à d'autres étapes selon les connaissances sur lesquelles souhaite insister le formateur.

L'auteur peut choisir d'intégrer des questionnaires à choix multiples, ou à réponse ouverte courte. Il est également possible d'entrer un feedback pour chaque réponse (juste ou fausse).

Interactivité et fidélité :

L'interactivité, outre les questionnaires, passe par différentes fonctionnalités :

- L'avatar : le patient est représenté par un avatar dont on choisit le genre, l'âge, la corpulence...
- Les dialogues patient/soignant : les dialogues sont reproduits par une intelligence artificielle. L'auteur choisit le genre, et le type de voix du patient (stressé, en colère...). Un guide utilisateur permet de prendre en main la rédaction de dialogue.

L'interrogatoire patient permet à l'apprenant de choisir la manière de poser les questions, et de collecter les données avant l'examen clinique (Figure A9 - 2).



Figure A9 - 2 : Capture d'écran de l'étape "interrogatoire du patient" sur un PV de la plateforme MedicActiv

- Le contexte : Il est possible de créer un PV dans un contexte hospitalier, dans un cabinet de ville... Les outils médicaux à disposition du soignant sont aussi choisis par l'auteur. Le décor est ensuite matérialisé pendant le déroulement du cas.
- L'examen clinique : il est interactif. L'apprenant peut choisir dans quelle position performer l'examen clinique (sur patient assis, debout ou couché). Les données de l'examen clinique sont renseignées par l'auteur (données biologiques, photographies...) et des questionnaires peuvent apparaître à cette étape.
- Les feedbacks : ils sont dispensés à la fin d'une consultation. Les corrections ne sont pas données au fur et à mesure de l'avancée dans le cas, mais entre chaque consultation.
- Les réponses aux questions n'influent que sur le score final, et non pas sur le déroulé du cas : un mauvais choix de traitement ne modifie pas le scénario ou l'état de santé du patient.

Conclusions sur la plateforme MedicActiv :

Cette plateforme permet la création de PV dans un format bien développé et stimulant pour l'apprenant. Elle intègre de nombreux détails qui permettent une réelle mise en situation. En revanche, s'il n'existe pas de chiffres officiels, la durée de rédaction de cas cliniques s'en retrouve très allongée. Il est difficile d'imaginer la création d'un PV avec cette plateforme en

dehors d'un projet comme une thèse ou un projet réunissant une équipe de formateurs sur le long terme.

Nom : Ranger

Prénom : Louise

Titre : **Patients virtuels pour l'apprentissage du raisonnement clinique : atouts et limites, état des lieux et création d'une plateforme de cas cliniques vétérinaires en ligne.**

Résumé : Avec l'évolution de la place de l'animal dans la société, la formation vétérinaire fait face à de nouvelles exigences éthiques. Le nombre grandissant d'étudiants à former doit respecter le paradigme « jamais la première fois sur le patient ». Dans ce cadre, les outils numériques constituent une voie utile et occupent une place croissante dans la formation. Parmi ces outils, le recours à des patients virtuels permet d'améliorer l'apprentissage du raisonnement clinique. Les établissements de formation vétérinaires cherchent à les intégrer activement dans le cursus. Dans cette optique, cette thèse présente un état des lieux des plateformes permettant la création de patients virtuels dans le domaine de la médecine humaine et vétérinaire. Elle révèle que de tels outils sont rares, coûteux ou difficiles à mettre en place. Une plateforme permettant l'édition de cas cliniques rapide et utilisable sans compétences informatiques particulières a été élaborée au cours de ce travail et constitue une contribution à la mise en place de telle solution.

Mots clés : Patient virtuel, Cas cliniques virtuels, Simulation, Ethique, Enseignement en santé, raisonnement clinique, apprentissages, numérique, plateformes interactives

Title: **Virtual patients and teaching clinical reasoning: strengths and weaknesses, inventory, and creation of an online veterinary virtual patient editor.**

Summary: Growing consideration for animals in society led veterinary training to face new ethical requirements. Students, whose numbers continue to grow, must adhere to the "never the first time on the patient" rule. In this context, digital tools match the concretization of this overall consideration and play an increasingly important role in training. For instance, one might quote virtual patients as an interesting way to teach clinical reasoning. Veterinary schools thus seek to actively integrate such tools in their teaching. Within this scope, this thesis aims to provide an overview of the existing tools allowing for the creation of virtual patients in the context of human and veterinary medicine. Precisely, it indicates that the scarcity, the high cost and the difficult implementation of these tools are the main difficulties which remain to be solved. As part of the solution, this study details the steps of the creation of a web site that enables to create clinical cases easily, quickly and that can be apprehended with no computer skills.

Key words: Virtual patient, Virtual clinical cases, Simulation, Ethics, Health education, digital learning, clinical reasoning, interactive platforms