



**HAL**  
open science

# Réalisation d'un Serious Game pour l'apprentissage de la nutrition animale par les étudiants vétérinaires de A2

Charlotte Bourgeois

## ► To cite this version:

Charlotte Bourgeois. Réalisation d'un Serious Game pour l'apprentissage de la nutrition animale par les étudiants vétérinaires de A2. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-04044500

**HAL Id: dumas-04044500**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04044500v1>**

Submitted on 24 Mar 2023

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

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

# REALISATION D'UN SERIOUS GAME POUR L'APPRENTISSAGE DE LA NUTRITION ANIMALE PAR LES ETUDIANTS VETERINAIRES DE A2

---

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**BOURGEOIS Charlotte, Marie, Céline, Liliane, Christiane**

**Directrice de thèse : Mme Annabelle MEYNADIER**

---

**JURY**

PRESIDENT :  
**M. Francis ENJALBERT**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Annabelle MEYNADIER**  
**M. Laurent-Xavier NOUVEL**

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







# REALISATION D'UN SERIOUS GAME POUR L'APPRENTISSAGE DE LA NUTRITION ANIMALE PAR LES ETUDIANTS VETERINAIRES DE A2

---

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**BOURGEOIS Charlotte, Marie, Céline, Liliane, Christiane**

Née le 12/07/1995 à VERSAILLES (78)

**Directrice de thèse : Mme Annabelle MEYNADIER**

---

## JURY

PRESIDENT :  
**M. Francis ENJALBERT**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Annabelle MEYNADIER**  
**M. Laurent-Xavier NOUVEL**

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



**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE 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<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> 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*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*



## 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 **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

## 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 réglementées*
- Mme **WARET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **GAIDE Nicolas**, *Anatomie Pathologique*

## 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*
- M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*
- Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique Vétérinaire*
- Mme **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*
- Mme **SAADA Chloé**, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

## REMERCIEMENTS

Aux membres du jury,

**A Monsieur le Professeur Francis ENJALBERT,**

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

*Alimentation*

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse

Hommages respectueux

**A Madame le Professeur Annabelle Meynadier,**

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

*Alimentation animale*

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse

Pour votre accompagnement, vos conseils avisés et bienveillants et pour votre disponibilité le long de ce travail.

Sincères remerciements

**A Monsieur le Docteur Xavier Nouvel,**

Maitre de Conférence de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

*Reproduction des troupeaux de bovins*

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à mon jury de thèse.

Sincères remerciements.



# TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	11
FIGURES.....	11
TABLEAUX.....	12
TABLE DES ANNEXES.....	13
LISTE DES ABREVIATIONS.....	14
INTRODUCTION.....	15
PARTIE 1 : L'ENSEIGNEMENT DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION ANIMALE A L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE.....	16
I.    L'ENSEIGNEMENT    MAGISTRAL,    METHODE    MAJORITAIRE D'ENSEIGNEMENT A L'ENVT.....	16
A. UTILISATION ET DEROULEMENT DES COURS MAGISTRAUX A L'ENVT.....	16
B. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'ENSEIGNEMENT MAGISTRAL.....	16
1. AVANTAGES .....	16
2. INCONVENIENTS .....	17
C. RESULTATS DE L'ENSEIGNEMENT MAGISTRAL A L'ENVT .....	17
1. SUCCES DU COURS MAGISTRAL.....	17
2. QUELLES SONT LES INITIATIVES POUR FAIRE EVOLUER LES COURS MAGISTRAUX ?.....	18
D. PASSAGE DES COURS EN DISTANCIEL .....	19
II.    L'ENSEIGNEMENT ACTIF A L'ENVT .....	21
A. DEFINITION DE D'ENSEIGNEMENT ACTIF.....	21
1. APPRENTISSAGE PAR PROBLEME.....	21
2. APPRENTISSAGE PAR PROJET.....	22
B. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'ENSEIGNEMENT ACTIF .....	22
1. AVANTAGES .....	22
2. INCONVENIENTS.....	22
C. UTILISATION DE L'ENSEIGNEMENT ACTIF A L'ENVT .....	23

1.	DANS LE CADRE DES TRAVAUX DIRIGES .....	23
2.	DANS LE CADRE DE L'ENSEIGNEMENT CLINIQUE.....	23
3.	OUVERTURE DE LA SALLE DE SIMULATION .....	24
III.	L'ENSEIGNEMENT DE LA BROMATOLOGIE ET DE LA NUTRITION ANIMALE A L'ENVT.....	26
A.	OBJECTIFS PEDAGOGIQUES .....	26
1.	AU COURS DE LA PREMIERE ANNEE.....	26
2.	LIEN AVEC LES ANNEES SUIVANTES .....	26
B.	DEROULEMENT DE L'ENSEIGNEMENT ET VOLUES HORAIRES.....	27
C.	CONTENU DES COURS .....	27
D.	EVALUATION DES ETUDIANTS .....	28
1.	EVALUATION THEORIQUE.....	28
2.	EVALUATION PRATIQUE.....	28
3.	RESULTAT DES ETUDIANTS AUX EXAMENS .....	29
	PARTIE 2 : LA CONSTRUCTION D'UN SERIOUS GAME SUR LA BROMATOLOGIE ET LA NUTRITION ANIMALE .....	30
I.	LE SERIOUS GAME.....	30
A.	DEFINITION ET HISTOIRE DU SERIOUS GAME .....	30
1.	DEFINITION D'UN SERIOUS GAME.....	30
2.	HISTOIRE DU SERIOUS GAME .....	30
a.	Origine de l'oxymore <i>Serious Game</i> .....	31
b.	Les premiers <i>Serious Games</i> développés.....	32
B.	LA PLACE DU SERIOUS GAME DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA MEDECINE VETERINAIRE.....	32
1.	UTILISATION DE JEUX INFORMATIQUES POUR DEVELOPPER LES COMPETENCES CHIRURGICALES.....	32
2.	EXEMPLES DE JEUX DEVELOPPES SANS SUPPORT INFORMATIQUE.....	33
a.	Utilisation de mots croisés dans l'apprentissage de la terminologie vétérinaire.....	33
b.	Un jeu de cartes développé pour améliorer les compétences en imagerie.....	34
c.	<i>Best of Betail</i> , un jeu de société développé à l'université VetAgroSup.....	35
d.	Utilisation des jeux de quiz .....	36

II. FONCTIONNEMENT DE L'APPRENTISSAGE ET LIEN AVEC LES <i>SERIOUS GAMES</i> .....	37
A. LES THEORIES DU FONCTIONNEMENT DE L'APPRENTISSAGE .....	37
1. LA THEORIE CONSTRUCTIVISTE .....	37
2. LA THEORIE DE LA CHARGE COGNITIVE .....	39
a. PRINCIPES DE LA THEORIE DE LA CHARGE COGNITIVE .....	39
b. LES FACTEURS INFLUENCANT LA CHARGE COGNITIVE.....	40
3. LES PARTICULARITES DE L'APPRENTISSAGE DES ADULTES.....	43
4. LE CONCEPT DE <i>FLOW</i> .....	43
B. EFFICACITE DES <i>SERIOUS GAMES</i> DANS L'APPRENTISSAGE.....	46
1. LES CARACTERISTIQUES DES <i>SERIOUS GAMES</i> ET SIMULATIONS MENANT A UN APPRENTISSAGE EFFICACE.....	46
2. INFLUENCE DES <i>SERIOUS GAMES</i> SUR LA MOTIVATION DES ETUDIANTS .....	47
3. INFLUENCE DES <i>SERIOUS GAMES</i> SUR L'APPRENTISSAGE A COURT TERME .....	48
4. INFLUENCE DES <i>SERIOUS GAMES</i> SUR L'APPRENTISSAGE A LONG TERME.....	48
5. RECEPTION PAR LES ETUDIANTS.....	49
III. CONCEPTION DU QUIZ DE BROMATOLOGIE-NUTRITION .....	50
A. ELEMENTS A INTEGRER EN ACCORD AVEC LES THEORIES DE L'APPRENTISSAGE.....	50
1. EFFET D'ATTENTION PARTAGEE.....	50
2. EFFET DE MODALITE.....	50
3. EFFET DE REDONDANCE.....	50
4. EFFET D'EXEMPLES TRAVAILLES.....	50
5. EFFET D'INVERSION D'EXPERTISE.....	51
6. EFFET DE DECLIN DU SOUTIEN.....	51
7. EFFET D'INTERACTIVITE DES ELEMENTS.....	51
8. ENTRETENIR LE <i>FLOW</i> .....	51
9. RETROACTION IMMEDIATE.....	52
10. COMPETITION.....	52
B. CONCEPTION DU <i>SERIOUS GAME</i> : UTILISATION DU LOGICIEL <i>VTS</i> .....	52
1. PRINCIPE DU JEU .....	52
a. Objectifs .....	52

b. Les quiz de révision.....	52
c. Les cas cliniques .....	53
2. DESCRIPTION DU LOGICIEL VTS.....	54
3. MODE DE DIFFUSION AUX ETUDIANTS.....	55
C. UN PREMIER TEST DE DIFFUSION AUX ETUDIANTS : L'EXPERIENCE <i>INSTAGRAM</i> .....	55
1. POURQUOI UTILISER LES RESEAUX SOCIAUX ?.....	55
2. RESEAU SOCIAL CHOISI.....	56
3. DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE .....	56
a. Principe.....	56
b. Résultats.....	57
D. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DEUX JEUX .....	59
1. AVANTAGES DE VTS® PAR RAPPORT AUX RESEAUX SOCIAUX.....	59
2. INCONVENIENTS DES VTS® PAR RAPPORT AUX RESEAUX SOCIAUX.....	59
IV. DISCUSSION .....	61
A. DIFFICULTES RENCONTREES LORS DE LA CONCEPTION DU SERIOUS GAME .....	61
1. SCENARISER UN SUJET TRES THEORIQUE.....	61
2. VTS EDITOR ® : PEU ADAPTE A DES PROJETS SCIENTIFIQUES.....	61
B. LIMITES INHERENTES AU JEU.....	61
1. UN JEU LONG A TERMINER.....	61
2. ACCESSIBILITE.....	62
C. AMELIORATIONS POSSIBLES	
1. UTILISATION DU SCORE – GAIN DE POINTS.....	62
2. UNE VERSION POUR LES ETUDIANTS PLUS AVANCES AVEC PLUS DE SCENARIOS.....	62
3. GENERALISATION AUX AUTRES MATIERES.....	62
D. LE GAME-BASED LEARNING EST-IL A DEVELOPPER EN MEDECINE VETERINAIRE ? .....	63
CONCLUSION.....	64
BIBLIOGRAPHIE .....	67
RESUME – ABSTRACT	

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### FIGURES

<i>Figure 1.</i> Exemple de question posée avec l'application <i>Kahoot</i> ® .....	19
<i>Figure 2 :</i> Moyenne des étudiants aux examens du second semestre de A2.....	29
<i>Figure 3 :</i> Nombre d'étudiants au rattrapage aux examens du second semestre de A2.....	29
<i>Figure 4 :</i> Théorie de la charge cognitive.....	39
<i>Figure 5 :</i> Efficacité pédagogique .....	43
<i>Figure 6.</i> Modèle du <i>Flow</i> .....	45
<i>Figure 7 :</i> Exemple de cas clinique .....	54
<i>Figure 8 :</i> Exemple de graphe – Exercice portant sur l'ostéomalacie chez un bovin adulte.....	55
<i>Figure 9 :</i> Nombre moyen de réponses et de réponses justes sur les QCM selon le chapitre....	57
<i>Figure 10 :</i> Nombre moyen de réponses aux QCM selon que la question se rapporte à la partie métabolisme ou aliment.....	58
<i>Figure 11 :</i> Nombre moyen de réponses par thème en fonction du nombre de questions.....	58



TABLEAUX .....	73
TABLEAU 1 : OBJECTIFS PEDAGOGIQUES GENERAUX DE L'ENSEIGNEMENT DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES.....	73
TABLEAU 2 : REPARTITION DES HEURES D'ENSEIGNEMENT DU DEUXIEME SEMESTRE DE LA DEUXIEME ANNEE.....	74
TABLEAU 3 : INTITULE ET VOLUME HORAIRE DES COURS DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES.....	75
TABLEAU 4 : ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES.....	77
TABLEAU 5 : DEROULEMENT DES EPREUVES DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES.....	79
TABLEAU 6 : CALENDRIER DE DIFFUSION DU QUIZ AUX ETUDIANTS .....	81

ANNEXES .....	82
ANNEXE 1 – DESCRIPTION DES COMMANDES DE VTS.....	82
ANNEXE 2 – LISTE DES EXERCICES PROPOSES SUR LE LOGICIEL VTS.....	85
ANNEXE 3 – LISTE DES QUIZ PROPOSES AUX ETUDIANTS VIA LA PLATEFORME <i>INSTAGRAM</i> <sup>®</sup> ....	88

## LISTE DES ABREVIATIONS

A2 : Deuxième année d'études à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

A3 : Troisième année d'études à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

A4 : Quatrième année d'études à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

A5 : Cinquième année d'études à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

A6 : Sixième année d'études à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

ECTS : European Credit Transfer System

ENVT : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

QCM : Questionnaire à choix multiples

S3 : Premier semestre de deuxième année

TD : Travaux dirigés

TP : Travaux pratiques

TT : Travaux tutorés

VETER : Stage « Vétérinaire et Territoires », réalisée au cours du S3

## INTRODUCTION

De même pour les autres professions de santé, l'apprentissage de la médecine vétérinaire nécessite la maîtrise d'une grande quantité de connaissances en seulement quelques années. Pour les étudiants, ces périodes d'apprentissage sont souvent concentrées en quelques semaines avant les examens semestriels. Elles sont très intenses, et concernent toutes les matières vues au cours des six derniers mois. Les éléments appris pendant cette période de stress restent peu en mémoire.

La *Bromatologie et nutrition des animaux domestiques* est une discipline enseignée au cours du second semestre de la deuxième année, posant les bases théoriques de l'alimentation des carnivores et des animaux de rente ainsi que des pathologies nutritionnelles.

Il émane des étudiants la demande de diversifier les moyens d'apprentissage, que ce soit par des méthodes ludiques, par des simulations qui permettent une première approche de la pratique ou bien par la mise à disposition de cas-cliniques. Les *Serious Games*, jeux informatiques ludiques traitant d'un sujet sérieux sont particulièrement appropriés pour susciter un intérêt pour l'apprentissage d'une discipline théorique.

L'objectif de cette thèse est de faciliter l'apprentissage par les étudiants de deuxième année de la Bromatologie et de la Nutrition animale, en particulier sur l'alimentation des ruminants, en créant un outil pédagogique de toute pièce. Le *Serious Game* qui en découle, accessible aux étudiants dans la salle de simulation de l'ENVT reposerait sur un système de questions / réponses courtes complétées d'explications, balayant l'ensemble de la discipline enseignée. Une version simplifiée mais interactive a également été proposée à l'ensemble de la promotion de A2 avant leur période d'examens.

Ce travail s'articule en deux axes principaux. La première partie de ce manuscrit dresse l'état des lieux de différentes méthodes d'enseignement utilisées à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, en s'attardant particulièrement sur l'enseignement de la bromatologie et de la nutrition des animaux domestiques. La seconde partie explique la conception du jeu, en passant par une revue de l'utilisation des *Serious Games* dans le monde médical et vétérinaire et en analysant les théories de l'apprentissage, jusqu'à la création du jeu et la diffusion d'une première version simplifiée aux étudiants pour évaluer leur intérêt et leur engagement.

## PARTIE 1 : L'ENSEIGNEMENT DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION ANIMALE A L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

L'école Nationale de Toulouse (ENVT) a vocation de former en 5 ans des promotions de 160 vétérinaires chaque année. Au vu de la diversité des débouchés en sortie d'école, les étudiants formés sont attendus sur de solides connaissances théoriques et pratiques. L'enseignement qui s'inscrit dans un cadre universitaire se divise en un enseignement magistral dit enseignement passif, et d'un enseignement dit actif comprenant des travaux pratiques, dirigés, tutorés, ainsi que des enseignements cliniques.

### I. L'ENSEIGNEMENT MAGISTRAL, METHODE MAJORITAIRE D'ENSEIGNEMENT A L'ENVT

#### A. UTILISATION ET DEROULEMENT DES COURS MAGISTRAUX A L'ENVT

Le cours magistral, provenant du mot « maître » est défini dans le Larousse comme étant « un enseignement donné par un professeur sous la forme d'un cours didactique, par opposition aux travaux pratiques ou dirigés ».

Lors du cours magistral, les interactions avec l'enseignant sont possibles voire recherchées mais ne constituent pas l'essentiel de l'enseignement. L'étudiant a un rôle passif d'auditeur. Son objectif est une prise de notes exhaustive des informations transmises lors du cours magistral, qui servira plus tard de support de travail (Pale, 2013). L'enseignant peut utiliser des supports pédagogiques pour appuyer son propos, simplifier la prise de notes et capter l'attention des étudiants, la plupart du temps sous forme de diapositives.

A l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, les cours magistraux sont dispensés aux étudiants de la deuxième à la quatrième année à raison de 4 heures l'après-midi 4 jours par semaine. Le volume horaire total est de 420 heures en A2 soit 55% du temps d'enseignement.

#### B. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'ENSEIGNEMENT MAGISTRAL

##### 1. AVANTAGES

Les cours magistraux tels qu'ils sont réalisés à l'ENVT permettent en théorie de mettre en face d'un seul enseignant une promotion entière de 160 étudiants. Ils permettent à l'enseignant de délivrer sur une période de temps courte de l'ordre de une à deux heures des informations

synthétiques, précises et utilisables en pratique. Ils fournissent également une information multimodale, aussi bien visuelle qu'auditive (Pale, 2013).

L'enseignement magistral permet par rapport aux méthodes actives de faciliter la mémorisation et l'apprentissage des étudiants en ce qui concerne la base des connaissances à acquérir mais ne permet pas un vrai approfondissement (Omelicheva, 2008).

## 2. INCONVENIENTS

L'enseignement magistral présente l'inconvénient d'enfermer l'apprenant dans un rôle passif dans lequel il réceptionne des données mais a peu de contacts et de retours de l'enseignant, et n'a pas à chercher les informations ni à construire son savoir. Aucune interactivité avec l'enseignant n'est prévue dans l'enseignement magistral, excepté la possibilité de poser des questions. (Akerlind, 2011).

L'enseignement magistral présente de nombreuses contraintes de temps par rapport aux étudiants. Le temps alloué au cours magistral est insuffisant pour que les étudiants puissent réfléchir et repenser les informations présentées, poser toutes leurs questions et obtenir une réponse de l'enseignant, renforcer les nouvelles connaissances en analysant plusieurs exemples et en résolvant des tâches et rattraper leurs lacunes.

L'enseignement magistral demande aussi à l'étudiant d'être présent physiquement à un moment donné tout en étant dans de bonnes dispositions physiques, mentales et émotionnelles. (Pale, 2013)

## C. RESULTATS DE L'ENSEIGNEMENT MAGISTRAL A L'ENVT

### 1. SUCCES DU COURS MAGISTRAL

D'après **l'article 27 du règlement des études**, « La présence des étudiants à tous les exercices d'enseignement est obligatoire ». Les cours magistraux, bien qu'obligatoires rencontrent souvent peu de succès auprès des étudiants. L'effectif de l'amphithéâtre peut parfois tomber sous les 15 étudiants poussant certains enseignants à refuser de faire cours.

Le système de « Ronéo »<sup>1</sup> mis en place par les élèves permet une prise de note des cours, commune à toute la promotion. Ce système peut conforter les étudiants dans l'idée qu'il n'est pas nécessaire d'assister aux cours magistraux étant donné que des notes seront prises, mises en forme et accessibles à tous.

## 2. QUELLES SONT LES INITIATIVES POUR FAIRE EVOLUER LES COURS MAGISTRAUX ?

Certains enseignants tentent de faire évoluer l'enseignement des cours magistraux classiques vers un système de cours inversés. Les étudiants ont à leur disposition les supports pédagogiques qu'ils travaillent avant le cours magistral, qui est l'occasion d'une discussion autour de ces documents. Ce système de cours inversés demande un investissement plus important aux étudiants, qui cumulent en plus des heures de cours et d'apprentissage, des heures de préparation. Ce système peut fonctionner à partir du moment où des créneaux sont dégagés dans l'emploi du temps des étudiants pour travailler le cours avant qu'il ait lieu, ce qui n'est pas toujours le cas, c'est pourquoi les cours inversés sont souvent vu comme une charge de travail supplémentaire.

D'autres cherchent à maintenir l'attention et la motivation des étudiants par un système de jeu, par exemple par l'utilisation de l'application *Kahoot*® qui propose des quiz auxquels il faut répondre le plus rapidement possible (Figure 1). Des points sont attribués à chaque réponse juste en fonction de la vitesse à laquelle l'étudiant a répondu, et les étudiants sont classés en fonction des points obtenus. Le classement et l'écart de point avec l'étudiant au-dessus sont affichés ce qui entretient la motivation par l'esprit de compétition. Cette motivation peut éventuellement être renforcée par une récompense obtenue selon le classement.

Pour les étudiants, la compétition peut avoir des effets positifs en entretenant l'implication et la motivation mais peut chez d'autres avoir l'effet opposé. Réfléchir ensemble à la réponse à la question et se défier sur la vitesse à laquelle ils cliquent permettent de faire naître une coopération et un esprit d'équipe. En revanche, si l'étudiant cumule les mauvaises réponses

---

<sup>1</sup> Le système de « ronéo » est un système de prise de note mis en place par les étudiants de l'ENVT. Les étudiants constituent des binômes chargés de prendre les cours magistraux en note à tour de rôle. Les binômes de « typeurs » prennent en note une heure de cours et l'envoient aux « correcteurs » chargés d'apporter leur correction et de mettre en page. Les cours sont mis à disposition de la promotion sur un site internet dédié et envoyés à l'impression la semaine suivante. Chaque binôme prend en note 1 heure de cours toutes les semaines à toutes les 2 semaines.

ou se retrouve distancé, la spirale du découragement et du décrochage peut être plus rapide à se mettre en place.



Figure 1. Exemple de question posée avec l'application Kahoot®

#### D. PASSAGE DES COURS EN DISTANCIEL

Le passage des cours de l'amphithéâtre à des visioconférences opéré temporairement à partir de mars 2020 a changé de nombreux paramètres durant l'année qui a suivi car les étudiants n'avaient plus à se déplacer pour assister à leurs cours.

Les effets du passage des cours en distanciel peuvent être doubles : la concentration hors du cadre scolaire habituel peut se trouver diminuée ou augmentée selon les étudiants. D'un point de vue technique, on peut noter une difficulté à suivre le diaporama tout en prenant des notes car les deux supports sont sur le même écran. Les distractions peuvent être plus nombreuses et donner une impression d'assister au cours sans avoir d'attention. Globalement, on a observé une lassitude de plus en plus grande des étudiants par rapport à ce support et de plus en plus d'étudiants se sont dit en difficulté.

Cependant, pour les étudiants assistant le moins régulièrement aux cours, le distanciel peut rendre les cours moins contraignants. Les cours en distanciel peuvent aussi permettre aux étudiants d'un niveau supérieur, qui ont besoin d'un rappel ou de précisions de réassister au cours.

Les études portant sur le passage à des cours en ligne durant le confinement ont montré que les étudiants éprouvaient de meilleures capacités de concentration lors des cours en ligne, et



travaillaient mieux sur des tâches individuelles (Angelova, 2020). La majeure partie des étudiants estime que la qualité des cours en ligne dispensés durant le confinement de 2020 était la même que celle des cours traditionnels. Cette affirmation peut être expliquée par le fait que le passage au cours en ligne a demandé aux enseignants un travail supplémentaire et de l'inventivité pour maintenir une qualité de cours équivalente et susciter l'intérêt des étudiants. Les tests menés n'ont pas montrés de différences significatives sur les capacités de mémorisation des étudiants. Enfin, ceux-ci ont rapporté avoir eu plus de difficulté à réaliser les travaux d'équipe (Angelova, 2020). Cependant, elles ont été menées sur une période de temps restreinte liée à des événements exceptionnels et n'est pas nécessairement applicable à l'enseignement sur les 5 à 6 années d'école d'un étudiant vétérinaire.

## II. L'ENSEIGNEMENT ACTIF A L'ENVT

### A. DEFINITION DE L'ENSEIGNEMENT ACTIF

L'enseignement actif regroupe les méthodes visant à donner à l'apprenant d'avantage d'autonomie dans son apprentissage en vue d'accroître sa motivation et sa créativité (Freeman et. al, 2014). L'apprenant apprend mieux s'il est personnellement engagé dans son apprentissage, les méthodes d'enseignement actif demandent à l'élève de découvrir par lui-même son savoir. Cela implique certaines conditions : l'élève doit s'engager personnellement dans une action, se sentir concerné et impliqué. L'enseignant ne divulgue plus lui-même un savoir mais facilite l'apprentissage.

Deux approches existent dans l'enseignement actif. La première cherche à susciter chez les apprenants enthousiasme et envie d'apprendre. Ceux-ci sont amenés à prendre des initiatives dans un cadre défini par l'enseignant, s'inspirant souvent de situations réelles. La deuxième approche vise l'autonomie des étudiants dans la réalisations de projets comme un exposé, un mémoire ou une thèse. Les apprenants sont amenés à développer leurs propres recherches et sont encadrés ponctuellement par un enseignant (Akerlind, 2008).

Lors de l'enseignement actif, l'apprentissage se fait à partir de situations, de problèmes, en s'aidant du groupe, ou d'un tuteur. L'élève doit pouvoir appliquer ce qu'il est en train d'apprendre, parler, lire et réfléchir à la manière dont il aborde le cours. Les auteurs distinguent deux types d'enseignement actif : le premier est un « apprentissage par problème » et le second est un « apprentissage par projet » (Alvarez, 2007).

#### 1. APPENTISSAGE PAR PROBLEME

L'approche de l'apprentissage par problème serait une approche mono-disciplinaire qui devrait impliquer une dizaine d'heures de travail du côté étudiant. Il serait basé selon les auteurs par :

- « *une situation-problème issue ou inspirée de la pratique professionnelle*
- *une combinaison de travail en petits groupes et de travail individuel*
- *un déroulement systématique en plusieurs étapes prédéfinies*
- *l'aide d'un tuteur pour certaines étapes du processus. » (Alvarez, 2007)*

La forme d'apprentissage actif la plus utilisée à l'ENVT est l'apprentissage par problème, elle est représentée notamment par les nombreux exposés et rapports de visites présentés par les étudiants au cours de leur cursus.

## 2. APPRENTISSAGE PAR PROJET

L'apprentissage par projet serait une activité interdisciplinaire visant à contextualiser et intégrer les concepts abordés dans les différentes disciplines. La méthode a deux composantes : une question qui sert à organiser et à conduire les activités et un produit final qui y répond. L'apprentissage par projet est largement utilisé dans l'enseignement des sciences, des mathématiques et des sciences sociales mais moins dans le domaine médical (Kim, 2020). L'apprentissage par projet nécessiterait une centaine d'heures de travail sur le semestre.

### B. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'ENSEIGNEMENT ACTIF

#### 1. AVANTAGES

L'enseignement actif engendre plusieurs effets sur l'élève : il permet d'entretenir la motivation, d'avoir une meilleure confiance en soi et dans le groupe et une meilleure mémorisation. L'élève teste, mémorise les étapes par lesquelles il passe et met en place lui-même son savoir, et développe son potentiel intellectuel (Michael, 2006).

L'enseignement actif oblige l'apprenant à passer par des étapes de conflit cognitif, qui est un état de désaccord de la pensée avec elle-même. L'individu l'éprouve lorsqu'il tient pour vrai deux idées contradictoires entre elles. La résolution du conflit cognitif entraîne l'apprenant à construire une structure de connaissance d'un niveau supérieur à celle qu'il avait déjà. (Alvarez, 2007).

Une méta-analyse menée sur 225 études portant sur l'enseignement actif utilisé dans les matières scientifiques à l'université, montre qu'il augmente de manière significative les résultats des étudiants aux examens et réduit leurs probabilités d'échouer. (Freeman et. al, 2014)

#### 2. INCONVENIENTS

L'enseignement actif nécessite d'enseigner à des petits groupes d'étudiants tandis que les cours magistraux peuvent regrouper une promotion entière. Le coût de l'enseignement est donc significativement plus élevé dans le cas de l'enseignement actif.

En amenant les étudiants à réaliser eux-mêmes leurs recherches, ils construisent certes un savoir qu'ils assimilent mieux mais y passent aussi beaucoup plus de temps qu'avec un enseignement passif. Au regard du volume de connaissances demandé aux étudiants, il ne serait pas envisageable d'appliquer cette méthode à l'intégralité de l'enseignement.

### C. UTILISATION DE L'ENSEIGNEMENT ACTIF A L'ENV

#### 1. DANS LE CADRE DES TRAVAUX PRATIQUES ET DIRIGES

Les travaux pratiques (TP) et dirigés (TD) concernent environ la moitié du volume horaire de l'enseignement. Les étudiants y sont en petit groupe de 6 à 20.

L'enseignement y est varié, avec des séances pratiques en particulier durant les deux premières années d'école. Certaines séances de travaux dirigés reprennent le contenu de cours magistraux importants ou peuvent être consacrées à des exercices théoriques.

Dans de nombreuses disciplines, il est demandé aux étudiants de préparer et de présenter des exposés approfondissant des sujets abordés en cours magistraux. Ces exposés permettent aux étudiants de s'approprier des sujets importants, de réaliser leurs propres recherches et d'avoir un retour direct sur leur présentation et leur compréhension du sujet.

Enfin, certains enseignants mettent en place lors de leurs séances de travaux dirigés des jeux de rôles ou des simulations pour préparer les étudiants aux réalités du terrain.

#### 2. DANS LE CADRE DE L'ENSEIGNEMENT CLINIQUE

L'enseignement clinique est un bon modèle d'enseignement actif. Les étudiants sont répartis en petits groupes de 3 à 6 étudiants, ils s'impliquent en s'occupant des cas dont ils sont responsables, et sont parfois amenés à réaliser eux-mêmes des recherches. Les rondes de cas quotidiennes réalisées dans certains services ainsi que les topos et présentations de cas cliniques sont l'occasion pour les élèves d'être interrogés sur leurs connaissances, poser des questions et d'avoir un retour direct de l'enseignant. Enfin, les étudiants ont l'occasion d'apprendre à réaliser certains gestes techniques (prise de sang, pose de cathéter, injections, chirurgies de convenance, positionnement radio ...).

L'enseignement clinique permet également aux étudiants d'apprendre à interagir avec une équipe dans un cadre professionnel.

Les étudiants sont également chargés de réaliser les « pré-consultations ». Les étudiants souvent par binômes d'années différentes, ont un premier contact avec le propriétaire de l'animal. Ils prennent l'anamnèse et les commémoratifs en posant des questions guidées selon le service dans lequel ils se trouvent. Ils réalisent également le premier examen clinique de l'animal. Ces « pré-consultations » permettent un premier contact clientèle et sont un élément important dans l'apprentissage du savoir être.

L'enseignement clinique concilie plusieurs concepts des sciences cognitives. Il permet la « pratique de récupération » qui est l'élément le plus important pour permettre la rétention d'informations. Selon ce concept, les apprenants doivent donner des réponses à plusieurs reprises et avec des applications variées, tout en ayant un minimum d'indices. Le rappel des connaissances devient fluide et peut se manifester dans différents contextes. (Halpern, 2003). De plus, il permet de varier les conditions dans lesquelles se déroule l'apprentissage. Cette variation rend l'apprentissage plus difficile mais aussi plus efficace. Enfin, l'enseignement clinique se produit généralement sous forme auditivo-verbale, qui s'ajoute à l'apprentissage écrit. Les informations stockées sous les deux formats sont plus susceptibles d'être mémorisées et mobilisées par la suite par l'apprenant.

L'enseignement clinique permet un apprentissage complet, qui développe à la fois les savoirs, savoir-faire et savoir-être. Les étudiants mettent en pratique l'accueil du propriétaire, la communication avec lui, la communication avec la hiérarchie, et apportent soin et attention aux animaux.

### 3. OUVERTURE DE LA SALLE DE SIMULATION

La salle de simulation de l'ENVT "Simu'Vet" est ouverte depuis 2019 aux étudiants vétérinaires. Elle est proposée aux étudiants de toutes les promotions confondues.

Les simulateurs médicaux sont des dispositifs ou ensemble de conditions qui visent à imiter de vrais patients, des régions anatomiques ou des tâches cliniques, ou à refléter les situations réelles dans lesquelles les services médicaux sont rendus (De Bie, 2018).

Les étudiants peuvent s'exercer en auto-apprentissage à réaliser des gestes techniques vétérinaires, dans un environnement sécurisé, en répétant, en étant supervisés et sans utiliser d'animaux vivants. L'objectif de l'ouverture de la salle de simulation est que les gestes techniques ne soient pas réalisés pour la première fois sur des animaux vivants. Les ateliers présentés dans la salle de simulation permettent d'acquérir des savoir-faire qui seront utiles en cliniques.

La salle de simulation propose des modèles de grands animaux et de carnivores domestiques. On trouve dans la salle « grands animaux » des modèles de vache, cheval, porc et mouton permettant de réviser la sémiologie et la contention. Sont également à la disposition des étudiants un modèle de palpation transrectale, un modèle de tête de cheval permettant de réaliser des injections et un mannequin de vêlage.

La salle « carnivores domestiques » propose de nombreux modèles de chiens et de chat, permettant de s'exercer à la gynécologie et à l'obstétrique, à l'auscultation cardio-pulmonaire et aux gestes d'urgence, à l'intubation du chien et du chat, au sondage nasogastrique, à la préparation chirurgicale de l'animal, à la pose de bandages et de pansements, aux gestes d'anesthésie-réanimation et aux prélèvements sanguins et à la pose de cathéters.

Un espace est également dédié à la préparation chirurgicale avec un espace de préparation du chirurgien, à la préparation chirurgicale des mains et à la vérification de la méthode à l'aide d'une boîte à coucou, et du matériel de chirurgie pour s'entraîner à suturer et à enlever des points.

Enfin un espace est destiné à la biologie médicale avec un atelier de choix de tubes et de cathéters périphériques, à la réalisation et la lecture de frottis sanguins, culots urinaires et bandelettes urinaires et à la lecture de frottis vaginaux.

Les autres écoles vétérinaires françaises ont également ouvert une salle de simulation, qui ont le noms de "VetSims" à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, "VirtualVet" à Oniris Nantes, et "Vetskill" à VetAgroSup Lyon.

Même s'il s'agit de méthodes d'enseignement actif, on ne peut pas à proprement parler de *Serious game*

### III. L'ENSEIGNEMENT DE LA BROMATOLOGIE ET DE LA NUTRITION ANIMALE A L'ENVT

Le module *Bromatologie et nutrition des animaux domestiques* est enseignée au cours du deuxième semestre de la deuxième année des étudiants vétérinaires.

La bromatologie est une discipline consistant à étudier et à apprendre les valeurs alimentaires des aliments. La nutrition est la discipline étudiant l'ensemble des fonctions organiques de transformation et d'utilisation des aliments pour la croissance et l'activité des êtres vivants.

#### A. OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

##### 1. AU COURS DE LA DEUXIEME ANNEE

D'après la fiche descriptive du module *Bromatologie et nutrition des animaux domestiques* (Tableau 1), les objectifs pédagogiques sont les suivants :

Les étudiants doivent être capables de connaître les matières premières courantes et lire une étiquette, les modalités et l'efficacité de la digestion des aliments, le devenir des principaux nutriments au sein d'un organisme animal.

Enfin, l'étudiant doit connaître les modalités de calcul de la valeur alimentaire des aliments pour les principaux animaux domestiques – bovins, petits ruminants, chevaux, porcs, volailles, carnivores domestiques.

##### 2. LIEN AVEC LES ANNEES SUIVANTES

L'enseignement de bromatologie et la nutrition des animaux domestiques nécessite comme prérequis de la part des étudiants la maîtrise des disciplines d'anatomie, physiologie et biochimie abordées au cours du premier semestre de A2. Il permet de poser les bases de la nutrition animale, qui sera ensuite reprise au premier semestre de la A3 pour chaque espèce dans les modules *Elevage des herbivores* et *Elevage des carnivores*, et au second semestre de A3 dans le module *Elevage et maladies des porcs et des volailles*. Il vise à calculer les rations des animaux de production – porcs, volailles et bovins selon leur système de production, et des animaux de compagnie et de sport – chevaux et carnivores domestiques, mais aussi à vérifier des rations déjà établies et y apporter des corrections et des adaptations en fonctions du stade physiologique ou pathologique de l'animal.

Ces notions de calculs de ration sont régulièrement reprises au cours de la formation clinique, lors des semaines d'audits et de suivis d'élevages bovins pour la nutrition des animaux de production, et lors de consultation de nutrition en médecine des animaux de compagnie en A5 et A6. La réalisation de calculs de rations des chevaux est également revue en A6 d'approfondissement clinique des équidés.

La botanique et la connaissance des plantes toxiques sont repris au cours du deuxième semestre de la A4 dans le module *Toxicologie clinique*, les cours portant sur les mycotoxines complètent la partie bromatologie en apportant des connaissances sur les risques sanitaires encourus lors du stockage des fourrages et des céréales.

L'enseignement au cours de la A2 de la bromatologie et de la nutrition animale pose les bases et s'intègre donc pleinement dans l'enseignement de la clinique et de l'élevage des animaux. Dans notre objectif de création d'un *Serious game*, il serait donc intéressant d'étendre le jeu à ces disciplines, de façon à créer des liens entre les enseignements vus, et de rappeler à des étudiants d'années plus avancées l'importance de la nutrition dans l'approche clinique.

## B. DEROULEMENT DE L'ENSEIGNEMENT ET VOLUMES HORAIRES

L'enseignement de bromatologie et nutrition animale en deuxième année vaut pour 4,5 crédits ECTS soit 15% des crédits à obtenir sur le semestre. En terme de volume horaire, les étudiants passent 67 heures devant un enseignant soit 15% du volume horaire total du semestre (Tableau 2).

## C. CONTENU DES COURS

Le module *Bromatologie et nutrition des animaux domestiques* peut être divisé en deux champs disciplinaires qui sont abordées en cours magistraux. Il comprend une partie sur la nutrition générale. Elle concerne l'animal et met l'accent sur le besoin alimentaire des animaux, sur le besoin énergétique, la digestion et l'utilisation des glucides, de la matière azotée, des lipides et des minéraux et vitamines.

La partie bromatologie, soit l'étude de la valeur alimentaire des aliments, porte sur l'aspect réglementaire et technologique des aliments destinés à l'alimentation des animaux domestiques, sur les aspects botaniques et bromatologiques des principales matières premières, sur la valeur alimentaire des principaux concentrés et leur utilisation en



alimentation animale, et enfin sur la gestion des prairies, la valeur alimentaire, l'utilisation de l'herbe, des ensilages, des foin, des fourrages déshydratés et de la paille (Tableau 4).

L'enseignement en cours magistraux est complété par des travaux dirigés, ainsi qu'un devoir à réaliser lors du stage d'une semaine en exploitation agricole, réalisé au cours du mois de janvier de deuxième année. Les travaux dirigés complètent l'enseignement de bromatologie. Ils abordent les sujets du calcul de la valeur alimentaire d'un aliment à partir de son étiquette, de la diagnose des graminées, légumineuses, autres plantes alimentaires et plantes toxiques au pâturage, de la reconnaissance des principales matières premières et de la préparation et appréciation qualitative des fourrages conservés. La législation est également abordée avec l'enseignement de la lecture critique des étiquettes (Tableau 2).

#### D. EVALUATION DES ETUDIANTS

##### 1. EVALUATION THEORIQUE

L'évaluation du module de *Bromatologie et nutrition des animaux domestiques* comprend une évaluation finale écrite, qui est divisée en une partie théorique et une partie appliquée. Cette partie porte sur l'ensemble de l'enseignement et compte pour 70% de la note finale. Les étudiants doivent retenir l'ordre de grandeur des valeurs alimentaires des matières premières présentées lors des travaux dirigés.

##### 2. EVALUATION PRATIQUE

L'évaluation pratique des étudiants comprend une épreuve de reconnaissance des aliments et une épreuve de botanique. Durant l'épreuve de reconnaissance des aliments, l'étudiant doit reconnaître et identifier 5 matières premières, donner leur valeur alimentaire et dans le cas des fourrages, préciser la qualité de la conservation. Cet examen compte pour 12% de la note finale.

Enfin, pendant l'épreuve botanique, l'étudiant doit réaliser un herbier de prairie dont il estime la valeur alimentaire en le justifiant par la valeur alimentaire des plantes majoritaires. Ils doivent également évaluer l'éventuelle toxicité des plantes présentées ainsi que le risque toxique de l'ensemble de la prairie. Cet herbier est à présenter à l'oral et compte pour 12% de la note finale.

Enfin, les travaux tutorés sont évalués pour 6% de la note finale (Tableau 5).

### 3. RESULTATS DES ETUDIANTS AUX EXAMENS

En 2022, la moyenne de la promotion a été de 11,3/20 et la note médiane est à 11,3/20. 16 étudiants n'ont pas obtenu la moyenne lors de la première cession de l'examen mais à l'issue de l'examen de rattrapage, un seul étudiant étudiants n'a pas validé la matière (Figure 2).

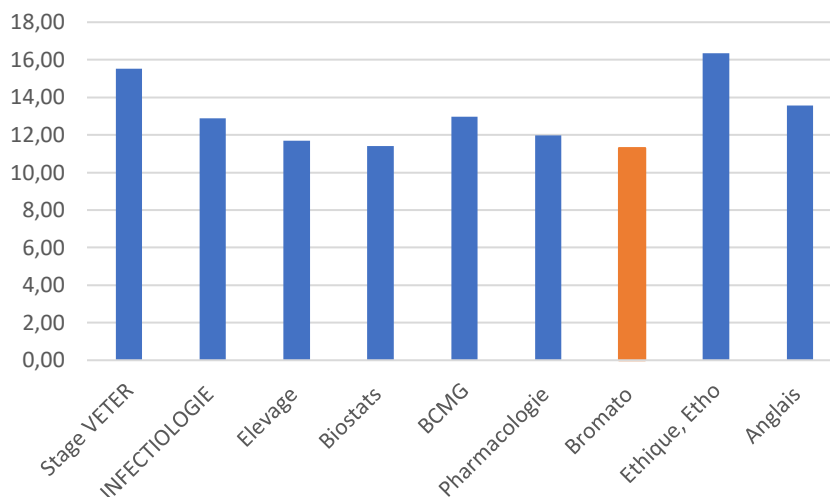


Figure 2 : Moyenne des étudiants aux examens du deuxième semestre de A2

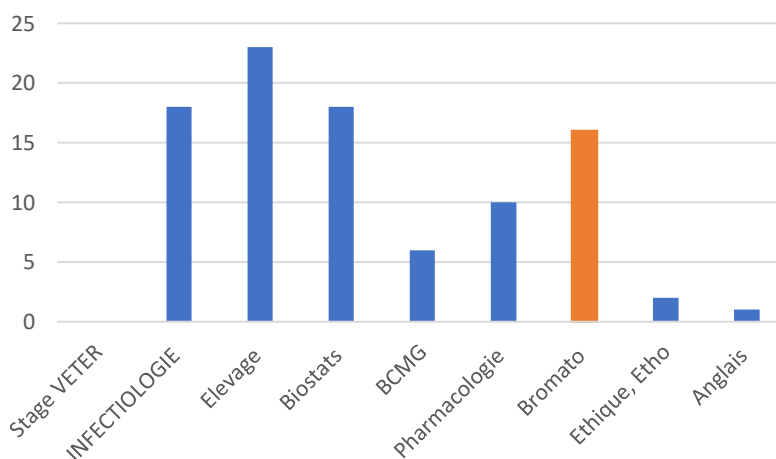


Figure 3 : Nombre d'étudiants au rattrapage aux examens du second semestre de A2

La bromatologie et nutrition des animaux domestiques est donc une des deux matières dans laquelle les étudiants ont les notes les plus basses aux examens du second semestre et la quatrième matière envoyant le plus d'étudiants au rattrapage (Figure 3).

## PARTIE 2 : LA CONSTRUCTION D'UN SERIOUS GAME SUR LA BROMATOLOGIE ET LA NUTRITION ANIMALE

L'idée de la création d'un *Serious Game* pour le module de *Bromatologie et la nutrition des animaux domestiques* a émergé suite aux résultats de l'évaluation annuelle des enseignements par les étudiants, dont il est ressorti que la matière était difficile à apprendre et que les étudiants étaient en demande de supports plus ludiques pour les aider dans leurs apprentissages.

### I. LE SERIOUS GAME

#### A. DEFINITION ET HISTOIRE DU SERIOUS GAME

##### 1. DEFINITION D'UN SERIOUS GAME

Dans sa thèse universitaire *Du jeu vidéo au Serious Game*, Julian Alvarez propose une définition du *Serious Game* en tant qu'application informatique. Un *Serious Game* est une « application informatique, dont l'objectif est de combiner à la fois des aspects sérieux (Serious) tels que, de manière non exhaustive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (Game). Une telle association a donc pour but de s'écarter du simple divertissement. »

Julian Alvarez reprend la définition de Etienne Armand Amato (Mouaheb, 2012) selon lequel le *Serious Game* serait « Un défi cérébral, joué avec un ordinateur selon des règles spécifiques, qui utilise le divertissement en tant que valeur ajoutée pour la formation et l'entraînement dans les milieux institutionnels ou privés, dans les domaines de l'éducation, de la santé, de la sécurité civile, ainsi qu'à des fins de stratégie de communication ».

Le *Serious Game* utilise le mécanisme de *Gamification*, qui consiste à amener des éléments de jeu dans un domaine non ludique pour rendre les activités sérieuses plus dynamiques ou attrayantes (Maroof, 2015). La notion de *Serious Game* est plus spécifique que celle de *Gamification*, qui peut être associée à tout support voire à l'improvisation et au jeu de rôle. La notion de *Serious Game* implique elle nécessairement l'utilisation d'une application informatique (Alvarez, 2007).

Les supports tels que les jeux de cartes ou jeux de sociétés conçus à des fins d'apprentissage ne sont pas considérés comme des *Serious Games*.

L'objectif du *Serious Game* est avant tout l'entraînement, l'acquisition de connaissances, l'apprentissage, et la répétition en conditions sécurisées. La gamification n'est qu'un outil, une valeur ajoutée pour arriver à ces fins. Le jeu ne doit pas prendre le pas sur la partie pédagogique.

Le mot « Game », du latin *Ludere*, ramène au goût de la difficulté gratuite. Il fixe un but au joueur et un défi à relever mais ne sous-entend pas nécessairement l'idée d'improvisation, ce qu'on peut opposer au mot « Play » du latin *Paidia* soit la « puissance primaire de l'improvisation et d'allégresse ».

Aujourd'hui, il semblerait que les *Serious Games* puissent s'appliquer à tous les domaines (Alvarez, 2007). Les possibilités de création et d'utilisation sont donc extrêmement vastes, il est seulement nécessaire d'y avoir un intérêt pédagogique pour exclure de la définition les jeux uniquement divertissant et y conserver l'aspect « *Serious* ».

## 2. HISTOIRE DU SERIOUS GAME

### a. Origine de l'oxymore *Serious Game*

L'oxymore *Serious Game* semble trouver ses premières traces chez les humanistes italiens de la renaissance, entre le XV<sup>ème</sup> et le XVI<sup>ème</sup> siècle. Cette approche alors appelée « *serio ludere* » traduite littéralement par « jouer sérieusement » renvoyait certainement au fait d'utiliser l'humour pour faire passer des notions sérieuses, et d'évoquer des propos de façon détournée. Au-delà des frontières italiennes, l'œuvre *Gargantua* de François Rabelais est un exemple de *serio ludere*.

Plus proche de nous, la notion de *serious game* en tant que jeu tel que nous l'entendons semblerait avoir été évoquée pour la première fois par Clark Abt, un universitaire américain qui publie en 1987 l'œuvre « *Serious Game* ». Dans cet ouvrage, il n'est pas encore question d'applications informatiques mais Abt établit un lien entre jeu de rôle ou de plateau et des domaines tels que la pédagogie, l'armée ou l'industrie (Abt, 1987).

## b. Les premiers *Serious Games* développés

L'intérêt pour ces jeux explose depuis 2002. Historiquement, les *Serious Games* sont souvent associés à l'armée américaine qui a rapidement développé de nombreux jeux. Par exemple, le jeu *America's army* a été développé et sorti en 2002 pour le compte de l'armée américaine et distribué gratuitement sur internet avec pour objectif de proposer le recrutement aux meilleurs joueurs (Alvarez, 2007).

Le concept de *Serious Game* a ensuite rapidement été repris dans le domaine du militantisme, du marketing et de l'enseignement. Les *Serious Games* à visée éducative ont commencé à apparaître dans les années 1980 et visaient principalement le domaine de l'histoire. Ils se présentaient sous forme de jeux d'aventure, de gestion ou d'une combinaison des deux (Alvarez, 2007).

Les *Serious Games* sont également apparus dans le domaine de la santé, avec pour rôle la prévention face à des maladies comme le VIH (Enah *et al.* 2015). Ils peuvent aborder les thèmes de la gestion du diabète ou de l'obésité (Höchsmann *et al.* 2017), ou bien viser à améliorer les capacités mentales ou physiques du joueur avec des jeux de sport ou de réflexion. Dans le domaine médical, contrairement aux simulateurs qui s'adressent majoritairement à des professionnels en formation continue, dans un objectif de perfectionnement, les *Serious Game* ont un public plus large qui peut inclure en plus des professionnels, les patients, la famille ou le grand public (Lelardeux, 2012).

## B. LA PLACE DU SERIOUS GAME DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA MEDECINE VETERINAIRE

Les *Serious Games* tels que définis sont peu présents en médecine vétérinaire en France et à l'étranger. Les méthodes de gamification sont cependant en expansion sous diverses formes (simulateurs, jeux de société, jeux de carte, mots croisés) qui soit n'utilisent pas le support informatique, soit n'utilisent ni scénario ni aspect ludique.

### 1. UTILISATION DE JEUX INFORMATIQUES POUR DEVELOPPER LES COMPETENCES CHIRURGICALES

En médecine vétérinaire, les méthodes de gamification qui utilisent un support informatique sont principalement des simulateurs. Leur utilisation est par exemple dans l'apprentissage de

techniques chirurgicales, en particulier les chirurgies micro-invasives par coelioscopie (Levi, 2019). Ils permettent l'acquisition d'expérience dans un environnement sans risque et sans impliquer de patient (Gentry, 2019). Les études menées sur l'usage des simulateurs pour la formation en chirurgie coelioscopique ont montré que les étudiants s'étant entraînés sur des simulateurs et des jeux vidéo avaient des compétences supérieures, une efficacité améliorée et faisaient moins d'erreurs (Levi, 2019).

Les jeux vidéo améliorent les compétences telles que la motricité visuelle, la coordination œil-main, la dextérité manuelle et la visualisation spatiale. Ils présentent également l'avantage d'être peu coûteux, engageants, et de pouvoir être utilisés en dehors des salles de classe et des heures de formation. La simulation permet de s'entraîner sans engager la vie de l'animal, et de répéter la procédure que l'on souhaite sans dépendre des patients hospitalisés nécessitant une chirurgie. L'entraînement par simulation présente également un intérêt pour le chirurgien déjà formé. Il a été montré que s'échauffer en jouant à un jeu vidéo avant la chirurgie conduisait à une réduction des erreurs et améliorerait les compétences per-opératoires (Levi, 2019).

## 2. EXEMPLE DE JEUX DEVELOPPES SANS SUPPORT INFORMATIQUE

Comme vu précédemment, l'utilisation des jeux a été préconisée comme une méthode possible pour fournir aux étudiants un moyen d'apprentissage. Aujourd'hui, ce sont les jeux vidéo et les modèles informatiques qui ont été le plus largement étudiés. Or, bien qu'intéressants, ces jeux vidéo présentent des inconvénients. Le développement d'un logiciel prend du temps et demande une expertise spécifique, et les étudiants doivent avoir accès à un matériel informatique adapté et être en mesure de se servir du logiciel. D'autres supports sont cependant possibles pour développer des jeux d'apprentissage dans le milieu vétérinaire, comme des mots croisés, des jeux de cartes ou des jeux de société. Ces jeux nécessitent moins de temps de conception et ne nécessitent pas de matériel informatique spécifique.

### a. Utilisation des mots croisés dans l'apprentissage de la terminologie vétérinaire

Parmi les moyens de gamification utilisables en médecine vétérinaire, les mots croisés sont intéressants pour assimiler la terminologie. En effet, Les mots croisés sont connus pour élargir et développer le vocabulaire et l'orthographe, et stimuler la réflexion et le raisonnement. Les

jeux d'énigme sont reconnus utiles pour examiner, résumer, pratiquer et révéler les lacunes et développer des relations entre les connaissances. Les mots-croisés peuvent aussi amener les étudiants à réfléchir à plusieurs, ce qui crée un effet d'émulation et rend la mémorisation des termes techniques plus efficace (Abuelo, 2016).

b. Un jeu de cartes développé pour améliorer les compétences en imagerie

L'étude menée par l'université de Saskatchewan (Canada) vise à tester l'efficacité d'un jeu de cartes dans le cadre de l'apprentissage de la qualité radiographique et des diagnostics différentiels en imagerie urogénitale. Les chercheurs sont partis du constat que les étudiants en médecine vétérinaire trouvent que de nombreuses facettes des cours de radiologie sont difficiles à apprendre et à comprendre, et en particulier les facteurs impliqués dans la qualité de l'image radiographique et le diagnostic différentiel de certains résultats radiographiques (Ober, 2016).

Ainsi, quatre jeux de cartes ont été créés, deux concernaient l'image radiographique et les deux autres le diagnostic différentiel des anomalies des voies urinaires.

**Jeu *Artefact*** : Le jeu de cartes des « *Artefacts* » utilisait des cartes représentant différents artefacts radiographiques, et certaines cartes représentaient des mesures préventives et correctives pouvant être utilisées pour atténuer certains effets. Le but du joueur était d'avoir le moins d'artefacts dans sa zone de jeu et de forcer les adversaires à en collecter le plus possible. Les cartes portaient généralement des textes d'explications supplémentaires.

**Jeu *Contraste et Noirceur*** : Le jeu de cartes « *Contraste et Noirceur* » avait pour but de faire correspondre les conditions générales de qualité radiographique avec les facteurs produisant cet effet. Les joueurs avaient au départ 4 cartes représentant des états généraux de qualité radiographique (contraste élevé, contraste faible, noirceur élevée, noirceur faible), et tiraient au hasard des cartes indiquant une condition influençant le contraste ou la noirceur. Les joueurs devaient les associer bord à bord comme des dominos. Ils gagnaient des points si la qualité radiographique et le facteur correspondaient, et en perdaient si ils étaient opposés. Les cartes devaient donc être placées stratégiquement pour gagner le maximum de points.

**Jeu *Voies Urinaires Supérieures*** : Le jeu des « *Voies urinaires supérieures* » permettait d'apprendre des diagnostics différentiels pour diverses apparences radiographiques des reins.

Certaines cartes représentaient une apparence rénale et d'autres une maladie. Le joueur gagnait des points en associant les deux. Le joueur possédait 7 cartes maladie entre ses mains, les cartes de radiographie étaient ensuite révélées et le joueur devait placer une de ses cartes maladie face cachée. Le gagnant était celui qui avait proposé une carte maladie valide qui avait le plus haut rang, c'est-à-dire qui était la plus probable. Le guide des réponses était fourni avec le jeu.

**Jeu Voies Urinaires Inférieures :** Le jeu des « Voies urinaires inférieures » était semblable mais avec 3 types de cartes : les maladies, les signes de Roentgen de base, et les procédures de contraste.

- c. *Best of Betail*, un Serious Game développé en France par l'université VetAgroSup

A l'université VetAgroSup, le jeu *Best of Betail* a été développé en 2017 (Giroux, 2017). Ce jeu a été conçu comme un jeu de révision qui repose sur un système de questions / réponses balayant le programme de médecine des animaux de rente. Au total, huit modules d'enseignement ont été abordés : « Nutrition animale et bromatologie », « Elevage des ruminants », « Anatomie pathologique », « Reproduction », « Maladies parasitaires des ruminants », « Pharmacologie », « Bases de l'examen médical » et enfin « Pathologie du bétail ». Le jeu rassemblait au total 600 questions-réponses réparties en six catégories différentes de 100 cartes questions-réponses chacune. Les six catégories créées étaient les suivantes : « Prérequis – Autopsie – Savoir Faire », « Hypothèses Diagnostiques », « Etiologie – Examens complémentaires », « Pathogénie », « Traitement », et « Gestion sanitaire – Médecine de troupeau ».

Le jeu a été conçu comme un jeu de plateau, ayant la forme d'un taureau, avec un parcours de 18 cases. L'objectif des joueurs est de répondre à des questions courtes portant sur la pathologie des ruminants en temps limité. Le jeu se joue par équipes de 2 à 3 joueurs et 4 équipes au maximum peuvent être engagées par partie. Les équipes jouent tour à tour dans le sens des aiguilles d'une montre. L'équipe joueuse lance un dé dont le numéro correspond à la classe de la question posée. Elle choisit ensuite une difficulté parmi trois niveaux : facile, moyen et difficile. L'équipe a une minute pour répondre. En cas de bonne réponse, elle avance d'un nombre défini de cases : 1 pour une question facile, 2 pour une question moyenne et 3



pour une question difficile. En cas de mauvaise réponse, l'équipe reste sur sa case. La première équipe à avoir atteint la ligne d'arrivée remporte la partie.

Le choix de la création du jeu sous forme de plateau bien que délibéré présentait quelques inconvénients. Le jeu est stocké à la bibliothèque du service de Pathologie du Bétail, et n'existe qu'en un seul exemplaire. Ce jeu n'est donc accessible qu'en semaine, aux heures d'ouverture du service et en dehors des vacances scolaires. Il n'est pas non plus accessible aux étudiants des autres écoles française. Le nombre de joueur est limité à 12 participants ce qui représente une petite proportion des promotions.

#### d. L'utilisation de jeux de quiz

Une dernière utilisation possible des *Serious Games* serait la création de jeux de quiz. Ceux-ci présentent l'intérêt d'être rapides à développer et de tester efficacement les connaissances des étudiants. Les jeux de quiz sur smartphone semblent améliorer significativement les résultats des étudiants aux examens lorsqu'ils sont utilisés comme outil de « dernière minute ». Ceux-ci permettent aux étudiants un feedback instantané et peuvent faire appel à l'esprit de compétition. L'utilisation du jeu peut constituer une préparation aux examens en permettant à l'étudiant d'évaluer ses connaissances de manière express.

Le format d'application mobile est particulièrement intéressant car il permet un accès permanent au jeu ainsi qu'une utilisation pendant les temps morts de la journée tels que les transports ou les interours. L'utilisation des applications de quiz peut être généralisée à toutes les disciplines (Wilkinson, 2019).

## II. FONCTIONNEMENT DE L'APPRENTISSAGE ET LIEN AVEC LES SERIOUS GAMES

### A. LES THEORIES DU FONCTIONNEMENT DE L'APPRENTISSAGE

L'objectif du *Serious Game* étant de faciliter l'apprentissage de la Bromatologie et de la nutrition des animaux domestiques chez les étudiants en deuxième d'école vétérinaire, il est nécessaire de comprendre les mécanismes à l'œuvre lors de l'apprentissage. Le fonctionnement de l'apprentissage a entre autres été théorisé par Piaget dès 1923 dans la théorie dite constructiviste. L'utilisation des théories de l'apprentissage aide à concevoir des outils d'apprentissage efficaces (Flynn 2015)

#### 1. LA THEORIE CONSTRUCTIVISTE

D'après la théorie constructiviste, l'acquisition des connaissances n'est pas une copie plus ou moins fidèle de la réalité mais est le résultat d'une construction mentale faite par le sujet et évoluant au cours du temps. Lors de leur apprentissage, les élèves intègrent de nouvelles connaissances en confrontant, en incluant et en adaptant les nouvelles informations reçues avec celles qu'ils connaissent déjà. Lors de nouvelles expériences, les apprenants vont donc continuellement mettre à jour leurs propres modèles mentaux pour construire et modifier leur interprétation de la réalité. Ils peuvent changer ce qu'ils croient, ou rejeter les nouvelles informations non pertinentes. Chaque nouvelle connaissance apprise aura une influence sur la suivante (Olusegun, 2015). L'interaction de l'apprenant avec l'environnement et la création d'un conflit cognitif sont au cœur du constructivisme. On définit 9 principes d'apprentissage :

- L'apprentissage dans un contexte authentique,
- Des activités authentiques,
- L'accès aux compétences d'experts et à une modélisation,
- Des rôles et des perspectives multiples,
- La construction collaborative des connaissances,
- La démarche réflexive,
- La connaissance tacite explicite,
- L'accompagnement sous forme de coaching,
- L'intégration de l'évaluation des apprentissages dans les activités d'apprentissage.

En outre, si l'acquisition de nouvelles connaissances nécessite la mise en place d'un conflit cognitif qui permet d'appréhender la réalité des choses, les méthodes d'enseignement doivent confronter l'apprenant à ce qu'il étudie pour qu'il en ait la représentation la plus juste possible. L'interaction entre l'apprenant et l'objet qu'il étudie est donc particulièrement importante dans la théorie constructiviste. Dans ce cadre-là, les exercices de simulation semblent être une méthode d'apprentissage particulièrement intéressante. En plus d'une confrontation avec l'objet d'apprentissage, l'apprenant doit être amené à réfléchir et à comprendre les phénomènes étudiés pour faire évoluer ses constructions mentales et acquérir ses connaissances. Une approche active de l'apprentissage est donc indispensable lors de ce processus. L'étudiant doit être amené à poser des questions, à évaluer ce qu'il sait, et à avoir les moyens d'explorer le sujet à sa guise (Fernando, 2017).

Comment le mettre en place lors de l'enseignement ? Les études montrent que parmi les différentes méthodes éducatives proposées aux étudiants, les méthodes participatives étaient les plus appréciées, en particulier les méthodes incitant à la discussion de groupe et les jeux de questions-réponses.

Le *Serious Game* en tant que méthode participative présente de nombreux avantages : il cible plusieurs objectifs d'apprentissage, s'applique dans presque tous les domaines, et est pour tous les âges. Plusieurs aspects seront intéressants à développer dans le *Serious Game*. Celui-ci devra dans un premier temps permettre une appréhension juste de la réalité par les étudiants, pour leur permettre de visualiser les notions apprises de manière fidèle à la réalité, avec une application proche de celle demandée au praticien. On pourrait imaginer la conception de mini-jeux réalistes ou de simulation, expliquant les notions abordées et demandant leur utilisation plus pratique. Le *Serious Game* devrait également permettre aux étudiants de se questionner et d'évaluer leurs connaissances pour rester dans une démarche active. Des jeux de questions-réponses, ou des jeux favorisant l'interaction entre les étudiants devraient également être favorisés de façon à maintenir l'intérêt des étudiants. La conception de quiz permettant aux étudiants de se challenger pourrait favoriser ces deux aspects recherchés du jeu.

## 2. LA THEORIE DE LA CHARGE COGNITIVE

### a. Principes de la théorie de la charge cognitive

La théorie de la charge cognitive, théorisée par John Sweller dans les années 1970 fait partie des modèles d'architectures du système cognitif. Celui-ci serait composé d'une mémoire de travail ayant une capacité limitée, dans lesquels ont lieu tous les apprentissages et les pensées conscientes, et d'une mémoire à long terme ayant une capacité illimitée qui possède un nombre important de schémas automatisés (Flynn, 2015).

Les schémas permettent d'outrepasser les capacités de la mémoire de travail, en traitant des structures de connaissance complexes comme des unités simples de mémoires. Lors de l'apprentissage, la création de schémas est limitée par les capacités de la mémoire de travail. La mémoire de travail ne pouvant gérer qu'un nombre limité d'informations, il est nécessaire que les seules informations utiles à la réalisation d'une tâche rentrent dans la mémoire de travail. Si ce nombre est trop grand, il en résulte une surcharge de travail entraînant un échec de la tâche ou une mauvaise mémorisation à long terme. Les capacités de la mémoire de travail serait estimée à 4 à 8 informations simultanées. Elle dépendrait de l'âge et de l'individu, les individus plus jeunes étant capables d'intégrer plus d'informations. La mémoire de travail traite indépendamment les informations visuelles / spatiales et auditives / verbales (Paas *et al.* 2003) (Figure 4).

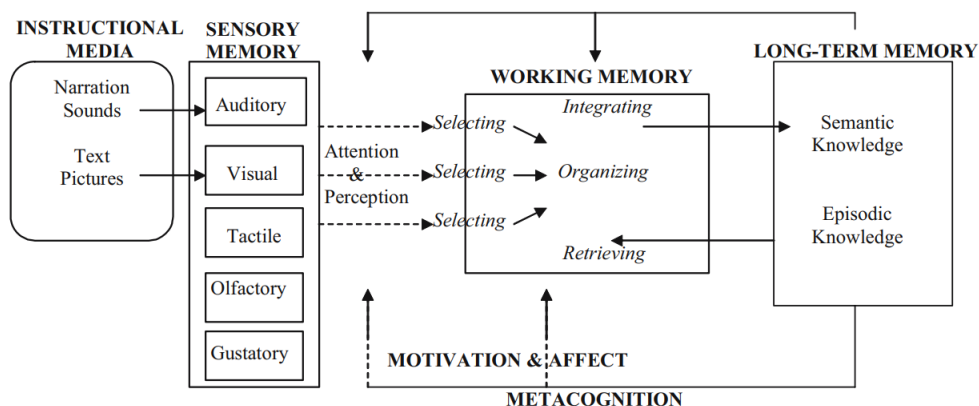


Figure 4. Théorie de la charge cognitive (Moreno, Mayer, 2007).

Un processus d'apprentissage important, permettant de pallier à la capacité limitée de la mémoire de travail est la construction de schémas mentaux. Ceux-ci sont définis comme des regroupements de connaissances antérieures formant un tout dans la mémoire de travail. Les

schémas regroupent plusieurs éléments d'information en un élément unique (Paas *et al.* 2003). Les schémas mentaux englobent à la fois les concepts et les relations qu'ils entretiennent entre eux. Par exemple, la lecture n'est pas un simple alignement de lettres mais celles-ci sont immédiatement regroupées en mots formant une seule entité dans la mémoire de travail (Tricot, 1998).

**La charge cognitive intrinsèque :** La charge intrinsèque est liée à la tâche elle-même. Elle est allégée par l'expertise qui permet de regrouper plusieurs informations en un seul élément dans la mémoire de travail. La charge cognitive intrinsèque ne peut pas être influencée par la méthode pédagogique.

**La charge cognitive extrinsèque :** La charge extrinsèque est liée à la façon dont est présentée l'information et peut-être allégée en adaptant la façon d'apprentissage, en supprimant les éléments inutiles ou redondants par exemple. La charge cognitive extrinsèque est souvent liée à un enseignement mal conçu.

**La charge cognitive essentielle :** La charge essentielle permet d'intégrer les connaissances en mémoire à long terme sous la forme de schémas mentaux. Cette charge cognitive n'est pas automatique et la motivation est nécessaire à l'acquisition d'un schéma cognitif nouveau.

Les charges cognitives intrinsèque, extrinsèque et essentielle sont additives et doivent rester dans les limites de capacité de la mémoire de travail (Paas *et al.* 2003).

Aujourd'hui, l'idée selon laquelle la mémoire à long terme est illimitée peut être questionnée, ce modèle ayant été développé dans les années 1980, avant l'utilisation généralisée des ordinateurs, qui ont représenté une « explosion de l'information » (Flynn, 2015).

#### b. Les facteurs influençant la charge cognitive

Il existe plusieurs effets visant à diminuer la charge cognitive intrinsèque ou extrinsèque, de façon à faciliter l'apprentissage.

*Effet d'attention partagée :* Il est préférable de présenter simultanément des informations qui doivent être traitées simultanément. En effet, les séparer forcera l'élève à utiliser plusieurs espaces de sa mémoire de travail pour trouver ses informations avant de pouvoir les rassembler et les traiter, ce qui augmente fortement sa charge cognitive. Une plus grande distance entre deux sources d'informations spatialement séparées influence le processus

d'apprentissage en diminuant les performances ou en entraînant une intégration plus lente des informations. Par exemples, il est préférable d'incorporer les schémas aux textes et de ne pas trop séparer les légendes des schémas (Pouw et al. 2019).

*Effet de modalité* : L'effet de modalité concerne la manière dont l'information est présentée à la mémoire de travail. Dans certaines circonstances, le message est mieux compris lorsqu'il est présenté de manière bimodale, c'est-à-dire auditive et visuelle plutôt qu'unimodale. La mémoire de travail est composée de plusieurs sous-systèmes et traite différemment les deux types de matériaux. Chaque sous système a des capacités de traitement séparées et limitées et ne peuvent pas être facilement interchangeables. Le texte écrit et les images doivent être traités dans la partie visuelle de la mémoire de travail, et sa capacité doit être répartie entre ces deux sources d'informations tandis que la partie auditive reste inutilisée. Au contraire, si le matériel d'apprentissage est présenté de manière auditive / visuelle, le texte parlé peut être traité dans les deux parties de la mémoire de travail (Reinwein et al. 2012)

Par exemples, on utilise souvent le format de diaporamas lors de présentations orales, qui permet de présenter du texte et des schémas pour cumuler le support oral et le support visuel

*L'effet de redondance* : Les différentes modalités citées plus haut ne doivent pas entraîner de redondance sous peine de provoquer une surcharge cognitive. Les éléments doivent se renforcer sans se répéter au risque de provoquer une dissociation de l'attention. L'apprenant peut errer entre les informations ou passer du temps à réaliser des recherches improductives, sans être conscients que les informations supplémentaires sont inutiles. Cet effet est plus présent chez les experts que chez les novices (Rey, Buchwald, 2011).

*L'effet d'exemples travaillés* : Cet effet s'intéresse à la différence entre les novices et les experts pour résoudre un problème. Les novices réfléchissent et utilisent diverses stratégies mentales de résolution de problèmes tandis que les expert résolvent les problèmes par analogies avec des situations rencontrées précédemment. Ainsi, chez les novices, la mémoire de travail est plus rapidement saturée par les stratégie. Les exposer d'emblée à des stratégies ou des environnements de découverte sans base de connaissances adéquates entraîne un traitement excessif de la mémoire de travail, empêche la formation de schémas, inhibe l'apprentissage et consomme de l'espace inutilement (Schielling, 2017).

Exemple : lorsqu'il présente un nouveau problème, l'apprentissage est plus efficace si le professeur montre des exemples travaillés pendant lesquels il montre explicitement comment il résout le problème, explicite ses raisonnements et comment il enchaîne les étapes de résolution.

*Effet d'inversion d'expertise* : Au-delà d'un certain niveau d'expertise, l'effet d'exemples travaillés peut s'inverser. Chez les experts, dans certaines conditions, fournir des informations supplémentaires conduit à une performance d'apprentissage réduite par rapport aux autres experts ne recevant pas ce matériel. Cette redondance n'est pas réellement perçue comme une surcharge, mais elle supprime la volonté d'apprendre et gêne la création d'un nouveau schéma mental. Les experts obtiennent néanmoins des résultats supérieurs aux novices à qui ces informations supplémentaires sont plus profitables (Rey, Buchwald, 2011).

*Effet de déclin du soutien* : Sans soutien pédagogique adéquat, les apprenants novices sont dépassés et incapables de stocker les informations. Au contraire, les conseils inutiles fournis aux étudiants avancés fournissent une charge cognitive supplémentaire sur la mémoire de travail. Il faut donc ajuster les conseils pédagogiques au niveau des étudiants pour minimiser la charge cognitive. Au fur et à mesure que les étudiants comprennent l'information, l'orientation pédagogique doit progressivement s'estomper. (Schielling, 2017)

Le professeur doit passer progressivement des exemples travaillés à la pratique guidée pour laisser les élèves travailler par eux-mêmes en autonomie.

*Effet d'interactivité des éléments* : Ce dernier effet s'intéresse au nombre de composants à maintenir simultanément dans la mémoire de travail et du nombre de relations qu'ils entretiennent entre eux. Pour réduire la charge cognitive, on cherche à regrouper les informations en schémas englobant les informations et les relations entre elles. Les concepts doivent être découpés en sous-concepts, et eux-mêmes peuvent être découpés. Les informations doivent être vues les unes après les autres et assemblées progressivement pour former des concepts plus complexes. Chaque petit segment ne doit pas contenir plus de 3-4 informations pour ne pas dépasser la capacité de la mémoire de travail. On aborde chaque notion avec les éléments essentiels et on ajoute progressivement des détails. La progression va du plus simple au plus complexe. Les connaissances doivent être transmises séparément des procédures et savoir-faire.

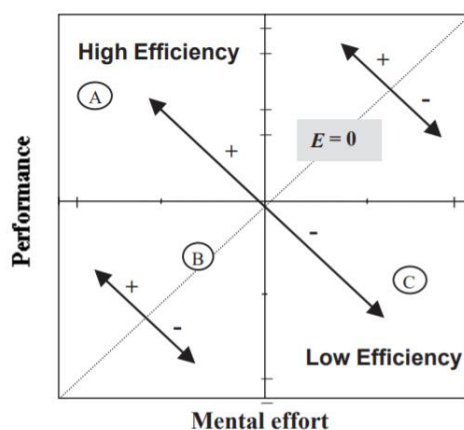


Figure 5. Efficacité pédagogique (Paas et. al, 2003)

### 3. LES PARTICULARITES DE L'APPRENTISSAGE DES ADULTES

L'enseignement de la médecine vétérinaire s'adresse à des étudiants entrant dans l'âge adulte. Or, l'apprentissage des adultes possède des caractéristiques propres. Les adultes sont des apprenants plus indépendants, et ont des styles d'apprentissage et des niveaux de connaissances antérieurs différents. Ils préfèrent souvent un apprentissage par l'expérience. (Mossop, 2013). L'utilisation simultanée de différentes méthodes d'apprentissage comme des cours magistraux, des travaux dirigés, des simulateurs et des jeux interactifs permet de s'adapter aux différents apprenants, et les aide à développer des compétences complètes. Cela permet aux étudiants de ne pas être bloqués par une différence entre leurs préférences d'apprentissage et une méthode unique proposée qui peut différer. Cela est de plus en plus utile à mesure qu'ils apprennent des tâches de plus en plus difficiles (Horii, 2007).

Enfin, il est important lors de l'enseignement de la médecine vétérinaire d'inciter les étudiants à apprendre de manière indépendante et autonome sur le long terme, une fois leur formation initiale terminée (Horii, 2007).

### 4. LE CONCEPT DE FLOW

**Définition du flow :** L'apprentissage implique d'être mentalement investi et concentré sur sa tâche. Le concept de *flow* a été mis en évidence par le psychologue Csikzentmihályi en 1990. Le *flow* est un état d'absorption profonde dans une activité intrinsèquement agréable. Les personnes atteignant cet état perçoivent leur performance comme agréable et réussie, et l'activité est perçue comme utile pour elle-même, même si aucun objectif n'est atteint.



L'expérience devient elle-même sa propre récompense, et les individus fonctionnent à leur pleine capacité. Cet état se traduit par les quatre symptômes suivants :

- Perte de la notion d'égo : l'individu ne ressent plus les besoins physiologiques primaires comme la faim, la soif ou le sommeil
- Perte de la notion du temps : l'individu peut se consacrer à sa tâche pendant un temps illimité
- Concentration optimale : l'individu n'a conscience de rien d'autre que la tâche à laquelle il s'adonne.
- Rétroaction instantanée : l'individu perçoit simultanément les difficultés auxquels il est confronté et la façon de les surmonter.

**Les conditions d'apparition du *flow* :** L'apparition du *flow* est basée sur la relation entre les défis proposés et les expériences nécessaires pour les relever. Trois conditions doivent être réunies pour atteindre cet état de *flow* :

- Il doit y avoir une adéquation parfaite entre la difficulté de la tâche et la compétence du joueur. Les compétences du joueur ne doivent être ni surestimées ni sous-estimées pour relever le défi. Cet équilibre est fragile ; en cas de perturbation, l'apathie (défis faibles et compétences faibles), l'anxiété (défis élevés et compétences faibles) ou l'ennui (défis faibles et compétences élevés) peuvent se manifester (Hamari, 2016) (Figure 5).
- Les buts poursuivis doivent être clairement établis. Le joueur doit savoir ce qu'il doit faire et atteindre facilement les objectifs fixés.
- La motivation intrinsèque : le joueur doit prendre plaisir à participer pour les sensations qu'il éprouve et non pour une récompense ultérieure (Admiraal, 2011).

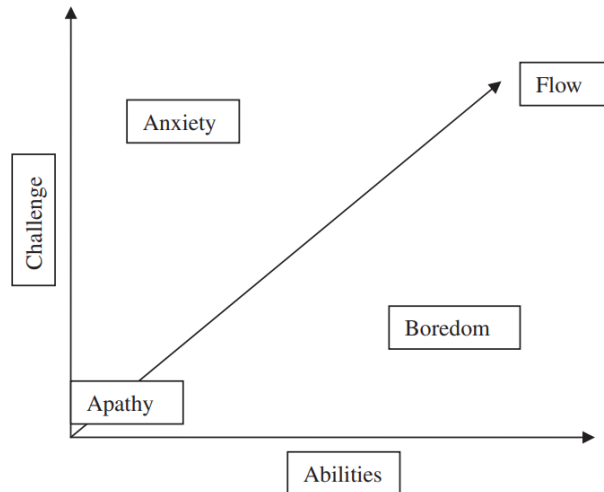


Fig. 1. Model of flow (adapted from Csikszentmihalyi (1990, 1997)).

Figure 6. Modèle du flow (Admiraal, 2011)

**Application du *flow* à l'enseignement :** L'idéal pour l'enseignant sera d'amener les étudiants dans des dispositions leur permettant d'atteindre l'état de *flow*. L'enseignant peut donc jouer sur plusieurs facteurs comme changer le niveau du défi en l'augmentant en cas d'ennui et en le diminuant en cas d'anxiété. Il peut aussi leur permettre d'augmenter leur niveau de compétences avec des explications par exemple de façon à retrouver cet état de *flow* en cas d'anxiété ou d'apathie. Une fois atteint, cet état de *flow* pourra s'auto-entretenir car les étudiants seront amenés à participer et à rester dans une démarche active.

**L'état de *flow*, un état auto-entretenu :** L'état de *flow* est intrinsèquement gratifiant et induit un mécanisme favorisant la progression de l'étudiant. Le *flow* implique un principe de croissance dans lequel on cherchera à développer des compétences de plus en plus complexes. En effet, à mesure que les étudiants cherchent à maîtriser les nouveaux défis qui leur sont proposés, ils développent de plus grands niveaux de compétences. Le *flow* se produit lors que les états de concentration, d'intérêt et de plaisir dans une activité sont expérimentés simultanément. Les joueurs sont alors dans un état de concentration intense et d'absorption absolue dans une activité. Dans le contexte éducatif, cet état favorise l'apprentissage optimal. Lorsqu'on est dans un état de *flow*, les tâches intellectuelles exigeantes peuvent être agréables et satisfaisantes, et procurent un sentiment d'accomplissement créatif et de satisfaction (Admiraal, 2011).

**Le *flow* dans le Game Based Learning :** Le concept de *flow* est pertinent pour comprendre l'apport du jeu-vidéo dans l'apprentissage. L'attitude des jeunes vis-à-vis des jeux-vidéo est contraire à celle qu'ils ont vis-à-vis de l'école et est celle qu'on souhaiterait qu'ils adoptent lors de leurs apprentissages : ils sont intéressés, compétitifs, axés sur les résultats, et ils recherchent activement les informations et les solutions. La motivation est entretenue par 7 facteurs qui sont : le défi, la curiosité, le contrôle, la fantaisie, la compétition, la coopération et la reconnaissance. Ces différents facteurs sont souvent favorisés par l'utilisation de jeux. Le *flow* peut être favorisé par d'autres conditions comme une interface attirante, la rétroaction immédiate et appropriée, la réflexion sur les expériences du jeu et la création de contenu.

**Influence du niveau de compétences sur le *flow* :** Les études semblent montrer que le niveau de compétences semble significativement corrélé au niveau de *flow*. Plus les étudiants ont un niveau élevé, plus ils ont de *flow* et plus ils apprennent par le jeu. Les *Serious Games* semblent plus bénéficier aux étudiants de l'enseignement supérieur qui obtiennent des niveaux plus élevés aux tests que des étudiants de niveau inférieur (Hamari, 2016).

## B. EFFICACITE DES SERIOUS GAMES DANS L'APPRENTISSAGE

L'utilisation de *Serious Games* dans l'enseignement semble corrélé à des résultats plus élevés par rapport à l'apprentissage traditionnel (Gendry, 2019).

### 1. LES CARACTERISTIQUES DES SERIOUS GAMES ET SIMULATIONS MENANT A UN APPRENTISSAGE EFFICACE

L'apprentissage par simulateur et *Serious Game* peut conduire à un apprentissage efficace si l'expérience d'apprentissage fournit une rétroaction, si les apprenants peuvent pratiquer avec des niveaux de difficulté croissants et s'engager dans une pratique répétitive. Le simulateur doit fournir une variation clinique, permettre un apprentissage individualisé dans un environnement contrôlé. Il doit être une approximation valable de la pratique clinique. Enfin, la mesure des résultats doit être clairement exprimée (De Bie, Lipman, 2012).

Concernant les *Serious Games*, il n'a pas été montré qu'un type de jeu soit plus efficace qu'un autre pour améliorer les compétences (Gentry, 2019) en raison de la diversité des *Serious Games* existant et de nombreux biais dans les études à leur sujet (Wang, 2016).

## 2. INFLUENCE DES SERIOUS GAMES SUR LA MOTIVATION DES ETUDIANTS

La motivation est d'après le Larousse « un processus physiologique et psychologique responsable de l'initiation, de la poursuite et de la fin du comportement ». On retrouve quatre caractéristiques clés dans tout environnement intrinsèquement motivant : le défi, la curiosité, le contrôle et l'imagination. Les *Serious Games*, qui seraient par définition un processus d'apprentissage couplé à un moyen de divertissement font appel aux mêmes mécanismes cognitifs sur lesquels reposent les conceptions de l'apprentissage pônées par les théories psycho-cognitives constructivistes (Mouaheb 2012). Les *Serious Games* génèrent une motivation intrinsèque, la poursuite des objectifs, la recherche de solutions nécessaires à l'apprentissage actif. Les jeux permettent de mettre en place une image mentale et d'intégrer des informations au sein d'un schéma cognitif qui a déjà été mis en place par l'individu lors de ses précédents apprentissages.

**Comment les jeux génèrent-ils intrinsèquement de la motivation ?** Le défi et la curiosité sont générés par l'incertitude liée au jeu, le hasard, et l'imprévisibilité du résultat (Mouaheb, 2012). De ce fait, ils entretiennent chez le joueur le désir de continuer l'activité. Le sentiment de contrôle résulte de la liberté offerte au joueur et permet de guider le joueur vers l'objectif souhaité en fonction des retours qu'il reçoit. Enfin, l'imagination et la fantaisie éloignent le joueur de la vie quotidienne et l'incitent à revenir vers l'activité.

**Le Serious Game diminue l'anxiété :** Le jeu réduit l'anxiété liée au processus d'apprentissage et permet à l'apprenant d'apprendre facilement sans même en être conscient. Les erreurs commises changent de statut et ne sont plus considérées comme des échecs mais comme une phase essentielle et nécessaire du jeu. Dans un contexte éducatif, le jeu rend le processus d'apprentissage intéressant par lui-même et permet d'obtenir la plus grande motivation de l'apprenant.

**Le Serious Game appelle aux émotions des joueurs :** Les jeux peuvent en immergeant les apprenants dans un environnement proche du réel, faire appel à leurs émotions ce qui augmente la rétention des connaissances (Hu, 2021).

### 3. INFLUENCE DES SERIOUS GAMES SUR L'APPRENTISSAGE A COURT TERME

Actuellement, la plupart des études menées sur l'utilisation des jeux vidéo dans l'apprentissage considèrent les jeux comme intrinsèquement motivants et se concentrent principalement sur cet aspect. En revanche, l'efficacité des jeux à des fins éducatives et en particulier leur rôle dans l'assimilation des connaissances a été peu démontrée.

A première vue, les différentes études portant sur l'efficacité des *Serious Games* dans l'apprentissage semblent contradictoires sur les résultats. Les études rétrospectives montrent généralement une grande influence de la conception du jeu sur la compréhension et la rétention des informations par les étudiants. Dans une étude portant sur 1829 études menées sur les *Serious Games* entre 1980 et 2008, il a été révélé que les résultats montraient la plupart du temps des niveaux de connaissance plus élevés chez les élèves exposés au jeu par rapport au groupe témoin directement après la cession (Blakely et al. 2009)

L'évaluation des compétences des étudiants avant et après l'utilisation de *Serious Games*, réalisée par des pré-tests et des post-tests montrent que les étudiants ayant utilisé le support jeu ont des résultats significativement meilleurs que les étudiants ayant utilisé un support traditionnel (Ober, 2016).

### 4. INFLUENCE DES SERIOUS GAMES SUR L'APPRENTISSAGE A LONG TERME

La plupart des études portant sur les *Serious Games* tendent à montrer que les étudiants confrontés aux jeux présentent immédiatement après des résultats significativement meilleurs que les étudiants du groupe témoin. Une étude analysant les rétrospective a montré que l'acquisition des compétences sur le long terme étaient rarement évaluées (Blakely et al. 2008). Les résultats sont souvent peu interprétables et de nombreux résultats non significatifs ont été mis en évidence. Dans l'état actuel des connaissances, les études menées ne sont pas suffisantes pour déterminer l'efficacité des *Serious Games* pour l'apprentissage dans le cadre des études de santé.

La conception du jeu semble fortement influencer sa réception par les étudiants et la qualité de l'apprentissage qui en découle.

## 5. RECEPTION PAR LES ETUDIANTS

Les études comparant l'efficacité des *Serious Games* par rapport à l'enseignement traditionnel montrent que les étudiants des groupes ayant utilisé le *Serious Game* ont fait un retour enthousiaste (Ober, 2016), se disent, absorbés par la tâche et engagés dans les efforts score élevé (Papastergiou, 2009). De leur côté, étudiants des groupes ayant utilisé une méthode d'enseignement traditionnelle semblaient moins attentifs et moins engagés à interagir avec le site web et à répondre aux questions posées (Papastergio, 2009), (Møller Klit 2018).

Les questionnaires de satisfaction réalisés ont montré que les étudiants ayant utilisé le *Serious Game* étaient globalement plus enthousiastes, exigeants par rapport à la qualité du jeu et du support pédagogique et disposés à proposer des améliorations. Les étudiants ont rapporté ne pas s'être ennuyés car ils étaient concentrés pendant toute la durée de l'expérience sur leurs objectifs. Ils ont également proposé des améliorations exigeantes en matière de design et d'intrigue, montrant leur engagement (Papastergiou, 2009). Les *Serious Games* apparaissent comme étant une aide utile, rendant le processus d'apprentissage amusant et mettant en confiance (Abuelo, 2016).

Dans certains cas, l'enquête de satisfaction menée suite à la présentation d'un *Serious Game* a montré qu'une majorité des étudiants avait eu une expérience positive, avait jugé la simulation utile et souhaitait renouveler l'expérience des *Serious Games* mais qu'une proportion importante ne souhaitait pas y jouer pendant son temps libre (Møller Klit 2018), quand d'autres demandaient un accès illimité aux ressources pour augmenter leur temps d'utilisation (Abuelo, 2016).

Enfin, lorsqu'on leur demande d'auto-évaluer leurs connaissances suite à l'utilisation d'un *Serious Game*, les étudiants déclarent que leurs connaissances dans la matière ont été améliorées (Ober, 2016).

### III. CONCEPTION DU QUIZ DE BROMATOLOGIE-NUTRITION

#### A. ELEMENTS A INTEGRER EN ACCORD AVEC LES THEORIES DE L'APPRENTISSAGE

##### 1. EFFET D'ATTENTION PARTAGEE

Pour alléger la mémoire de travail, les informations devant être traitées simultanément doivent être présentées simultanément (Pouw et al. 2019).

##### 2. EFFET DE MODALITE

Les informations sont mieux intégrées par la mémoire de travail si elles sont présentées de manière bimodale, par exemple avec un format écrit doublé d'un format oral (Reinwein et al. 2012).

##### 3. EFFET DE REDONDANCE

Les éléments doivent se renforcer sans se répéter au risque de provoquer une surcharge cognitive (Rey, Buchwald, 2011). L'effet de redondance est important à prendre en compte dans le choix et la conception des questions. Les éléments doivent être amenés dans une continuité de raisonnement sans surcharger le joueur d'informations identiques.

##### 4. EFFET D'EXEMPLES TRAVAILLES

Chez les novices, la mémoire de travail est vite saturée par les stratégies. On préférera commencer par poser les questions les plus faciles, posant les bases et nécessitant peu de raisonnement et d'abstraction. Les questions demandant plus de réflexion doivent être amenées à la fin de la session lorsque le joueur s'est familiarisé avec le sujet abordé (Schielling, 2017).

Il serait intéressant de rajouter parmi les questions des cas cliniques guidés pour les années A3 ayant abordé l'élevage des herbivores et la sémiologie et A4 pour le module de pathologie des ruminants mais moins pertinente en A2 car les étudiants sont novices.

## 5. EFFET D'INVERSION D'EXPERTISE

Chez les experts, on observe que fournir des informations supplémentaires conduit à une performance d'apprentissage réduite car elle supprime l'envie d'apprendre (Rey, Buchwald, 2011).

L'effet de retournement d'expertise n'est pas réellement problématique dans notre cas car le Serious Game s'adresse à des étudiants novices, en revanche si on le propose aux promotions supérieures, il faudra en modifier la forme pour éviter les exemples travaillés au profit d'exercices demandant de plus en plus d'autonomie.

## 6. EFFET DE DECLIN DU SOUTIEN

Sans soutien pédagogique, les apprenants novices sont dépassés et incapables de stocker les informations, mais fournir trop de conseils inutiles à des étudiants plus avancés dans la discipline entraîne une charge cognitive supplémentaire (Schielling, 2017).

S'adressant à des novices, il est nécessaire de fournir en plus des questions et de leur correction un soutien pédagogique aux étudiants. Celui-ci peut prendre la forme d'une messagerie interactive, qui nécessitera la présence d'un interlocuteur dédié à répondre aux questions des étudiants, ou bien la forme de compléments d'information pré-enregistrés que l'étudiant peut aller chercher à sa guise. Cela nécessite moins d'investissement mais est moins personnalisé, ce qui peut laisser des interrogations en suspens.

## 7. EFFET D'INTERACTIVITE DES ELEMENTS

Les informations doivent être vues séparément et assemblées progressivement pour former des concepts plus complexes. Chaque segment ne doit pas contenir plus de quelques informations pour ne pas dépasser les capacités de la mémoire de travail.

Cela nécessite donc de séparer les chapitres et de limiter le nombre de questions par thème pour aborder uniquement les points les plus importants sans surcharger avec des éléments anecdotiques tant qu'on s'adresse à des étudiants novices.

## 8. ENTRETENIR LE *FLOW*

En plus de ne pas entraîner de charge cognitive inutile, le Serious Game doit viser un état de *flow* pour que les étudiants gardent une motivation à jouer. Entretenir l'état de *flow* suppose



une adéquation parfaite entre la difficulté de la tâche proposée et les compétences du joueur. Le joueur doit également savoir ce qu'il doit faire et atteindre facilement les objectifs fixés. Il doit également trouver dans le jeu une motivation intrinsèque (Admiraal, 2011).

Sans pouvoir effectuer de suivi personnalisé, il est complexe avec un même support de maintenir tous les joueurs dans un état de *flow*.

## 9. RETROACTION IMMEDIATE

Pour être efficace, le support de jeu doit fournir une rétroaction aux utilisateurs. Il s'agira donc de donner la réponse à la question immédiatement après la réponse proposée par le joueur, et de laisser accessible les questions et les corrections même une fois que les délais seront expirés.

La correction immédiate pourra être complétée d'éléments de réponse plus détaillés si un point revient souvent dans les demandes d'aide.

## 10. COMPETITION

Introduire dans le jeu une notion de compétition peut permettre aux joueurs de rester dans un état de *flow*. Il sera possible de valoriser les joueurs par un système de points s'ils jouent seuls, ou de classement s'ils jouent en réseau.

### B. CONCEPTION DU *SERIOUS GAME* : UTILISATION DU LOGICIEL VTS

#### 1. PRINCIPE DU JEU

##### a. Objectifs

Le jeu proposé aux étudiants est un jeu de quiz. Celui-ci se base sur un système de questions – réponses dont chaque réponse juste permet au joueur de gagner des points, ce qui lui donne un aperçu de sa progression. Au total, 500 questions ont été écrites dans le cadre du jeu.

##### b. Les quiz de révision

Dans une première partie, le jeu est constitué de quiz de révisions abordant l'intégralité du programme. Ceux-ci sont divisés en une partie axée sur le métabolisme et un autre concernant les aliments. Chaque partie est divisée en chapitres reprenant les chapitres vus en cours.

Le joueur se voit poser une série de questions, entrecoupées d'explications si nécessaire. Celles-ci peuvent être présentées sous forme de questions à choix multiples ayant une ou plusieurs réponses justes, sous forme de vrai-faux ou sous forme de listes à ordonner.

### c. Les cas cliniques

Le jeu propose en plus des quiz de révision une partie « cas cliniques » permettant au joueur d'intégrer les informations fournies dans les parties « métabolisme » et « aliment » dans la pratique.

Le joueur incarne un jeune stagiaire dans une clinique vétérinaire à l'activité rurale, suivant le vétérinaire dans ses déplacements. Celui-ci atterrit de manière aléatoire dans différents élevage où un cas clinique est présenté. Le joueur devra choisir parmi une liste les éléments cliniques sur lesquels il souhaite avoir des informations, les examens complémentaires à réaliser, il choisit ensuite le diagnostic qui lui semble le plus probable et doit en donner l'étiologie (Figure 7). Les cas cliniques présentés sont les suivants :

- Le syndrome myopathie-dyspnée chez le veau
- La maladie de la hyène
- Le rachitisme
- La fièvre de lait
- La toxémie de gestation
- L'ostéomalacie
- La cétose aigue



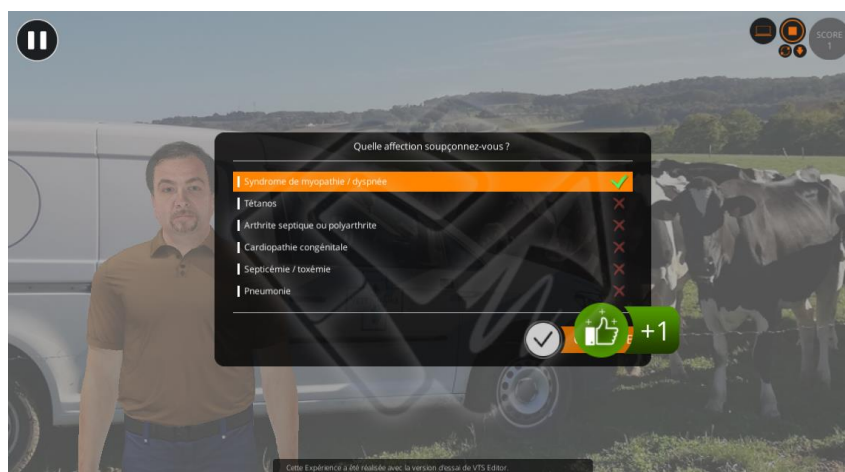
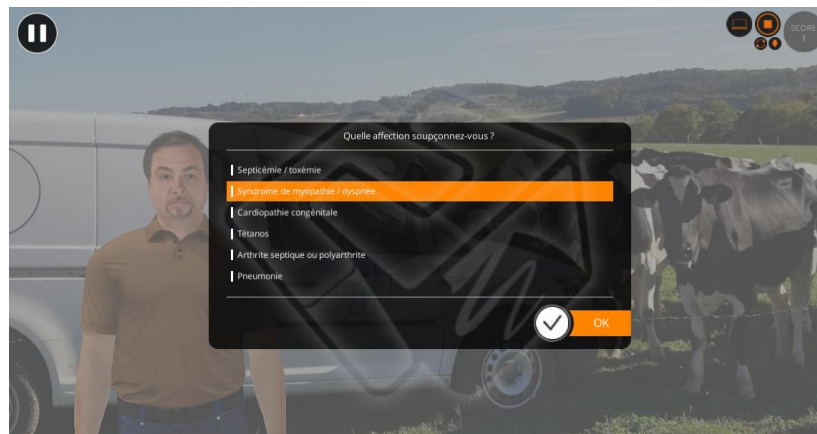


Figure 7. Exemple de cas clinique

## 2. DESCRIPTION DU LOGICIEL VTS

Le logiciel VTS Editor<sup>®</sup> (Virtual Training Suite) est un éditeur de simulateurs d'entraînement, de *Serious Games* et de dispositifs de *Digital Learning*. Développé par *Serious Factory™*, le logiciel permet de construire des scénarios contenant des scènes composées de décors, de personnages virtuels interagissant avec le joueur, entrecoupés de divers quiz.

Le logiciel fonctionne avec un système de graphes (Figure 8) permettant de concevoir des scénarios non linéaires. Des ensemble de blocs (Annexe 1), pouvant être des messages, dialogues, quiz, images etc. sont connectés entre eux par des liens logiques représentés par des lignes blanches. Chaque type de bloc a un fonctionnement qui lui est propre.

Le premier niveau de graphe est le graphe « Scénario » contenant de nombreuses scènes reliées entre elles par des liens. Chaque scène fonctionne elle-même sous forme de graphe. Le joueur accède aux différents blocs en fonction des choix qu'il fait au cours du jeu.

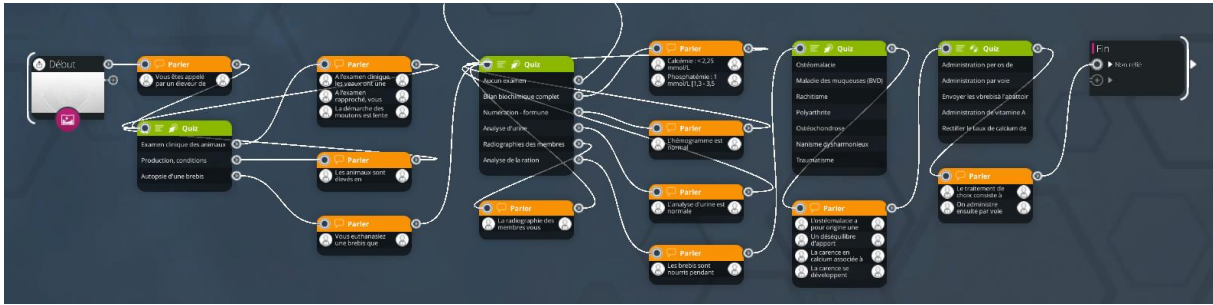


Figure 8. Exemple de graphe – Exercice portant sur l'ostéomalacie chez un bovin adulte

**Personnages :** le logiciel rend possible la création de personnages animés dont on peut choisir les tenues et les expressions faciales convenant le mieux à la situation.

**Décors :** Il est possible d'importer des images de décors ou d'utiliser des décors pré-enregistrés pour créer un environnement adapté et réaliste. Ces éléments de décors peuvent être fixes ou animés. Le décors peut être rendu interactif grâce à des zones cliquables ouvrant sur un nouveau panel de jeux. On peut ainsi sélectionner des objets, accéder à des quiz ou accéder à des menus de navigation.

### 3. MODE DE DIFFUSION AUX ETUDIANTS

Le *Serious Game* serait mis à disposition des étudiants via l'ordinateur de la salle de simulation *Simu'Vet*. Certains supports pédagogiques y sont actuellement présents comme le logiciel *Larelev*<sup>®</sup> qui permet de calculer des rations pour les animaux de production, ainsi que des vidéos d'obstétrique.

Cette option de diffusion serait la plus simple à réaliser, les étudiants n'auraient pas besoin de télécharger le logiciel pour profiter du *Serious Game*.

## C. UN PREMIER TEST DE DIFFUSION AUX ETUDIANTS : L'EXPERIENCE INSTAGRAM

Dans un premier temps, nous avons expérimenté le concept du *Serious Game* en diffusant le jeu aux étudiants de la promotion de A2 pour mesurer leur engagement et leurs résultats.

### 1. POURQUOI UTILISER LES RESEAUX SOCIAUX ?

Le moyen de diffusion du *Serious Game* aux étudiants ayant été retenu fut celui des réseaux sociaux. Ceux-ci présentent de nombreux avantages : ils sont accessibles à tous les étudiants

qui les utilisent déjà de manière quotidienne. Les plateformes sont déjà développées et sont conçues pour être ergonomiques.

Enfin, du fait de l'utilisation massive des réseaux sociaux et de leur design rendant les utilisateurs rapidement dépendants, certains auteurs considèrent qu'utiliser les réseaux sociaux dans le cadre de l'enseignement permet de rediriger le temps passé dessus à des fins pédagogiques (Latif et al, 2019).

## 2. RESEAU SOCIAL CHOISI

Le réseau social choisi pour diffuser l'expérience fut le réseau social *Instagram*<sup>®</sup> de la société *Meta*<sup>®</sup>. Celui-ci présente plusieurs avantages : il est le réseau social le plus utilisé par les étudiants, et permet de poster tous les jours du contenu éphémère appelé *story*, disponible pendant 24 heures dans lesquels on peut intégrer des quizz, questions ouvertes et sondages.

*Instagram*<sup>®</sup> possède également une messagerie permettant une communication directe avec les étudiants et la possibilité de poster un contenu permanent. Il offre aussi la possibilité de conserver les stories éphémères, ce qui a permis aux étudiants d'avoir accès à une correction une fois le délais de 24 heures passé.

## 3. DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

### a. Principe

Il a été proposé aux étudiants un jeu de quiz portant sur les différents chapitres abordés dans le semestre. Une quinzaine de questions étaient posées chaque jour. L'expérience a couvert la période de révision des étudiants, elle a débuté 18 jours avant les épreuves écrites de Bromatologie et nutrition des animaux domestiques des étudiants de A2.

Les étudiants des A2 ont été contactés via leur boîte mail de l'ENVT et invités à rejoindre le compte. Celui-ci était en privé et l'identité des étudiants était vérifiée pour ne pas diffuser le jeu aux autres étudiants ou à des personnes étrangères à l'école vétérinaire.

Un thème différent était abordé chaque jour, et entre 6 et 30 questions étaient posées selon l'importance du sujet abordé. Les étudiants étaient limités dans le temps pour répondre, la question n'étant par défaut affichée que 24 heures (Tableau 6).

Les questions étaient une version simplifiée des questions de cours posées le jeu créé avec le logiciel VTS®. Différents types de questions étaient possibles :

- Question à choix multiples : le joueur doit choisir une réponse juste parmi 2 à 4 réponses possibles.
- Question ouverte : le joueur doit répondre à une question ouverte, la réponse peut être un nom, une formule ou le classement de plusieurs éléments par ordre d'importance.

### b. Résultats

Sur les 161 étudiants que constitue la promotion de A2, 107 étudiants ont participé à l'expérience en rejoignant le compte soit 66%. 80 étudiants en moyenne voyaient les stories chaque jour.

Le nombre de réponses sur chaque story était de 51 réponses en moyenne dans le cas des questions à choix multiple, sans différences significatives en fonction du nombre de propositions ni de thème abordé.

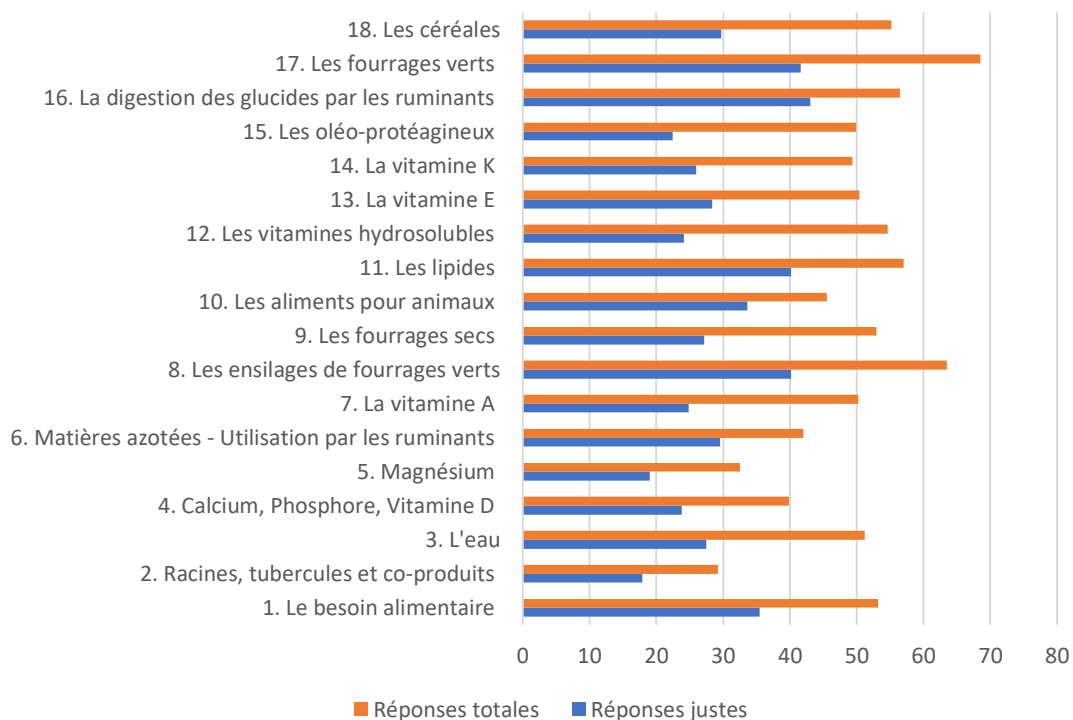


Figure 9. Nombre moyen de réponses et de réponses justes sur les QCM selon le chapitre

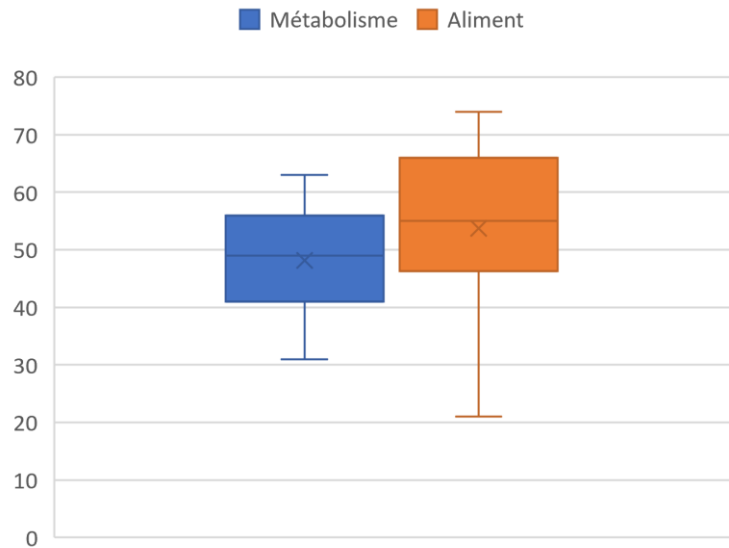


Figure 10 : Nombre moyen de réponses aux QCM selon que la question se rapporte à la partie métabolisme ou aliment

Les étudiants sont en moyenne 49 à répondre aux questions à choix multiples si celle-ci se réfère à un chapitre sur le métabolisme contre 53 si elle concerne un chapitre sur les aliments (Figure 10). Le thème choisi n'a pas d'influence significative sur la mobilisation des joueurs.

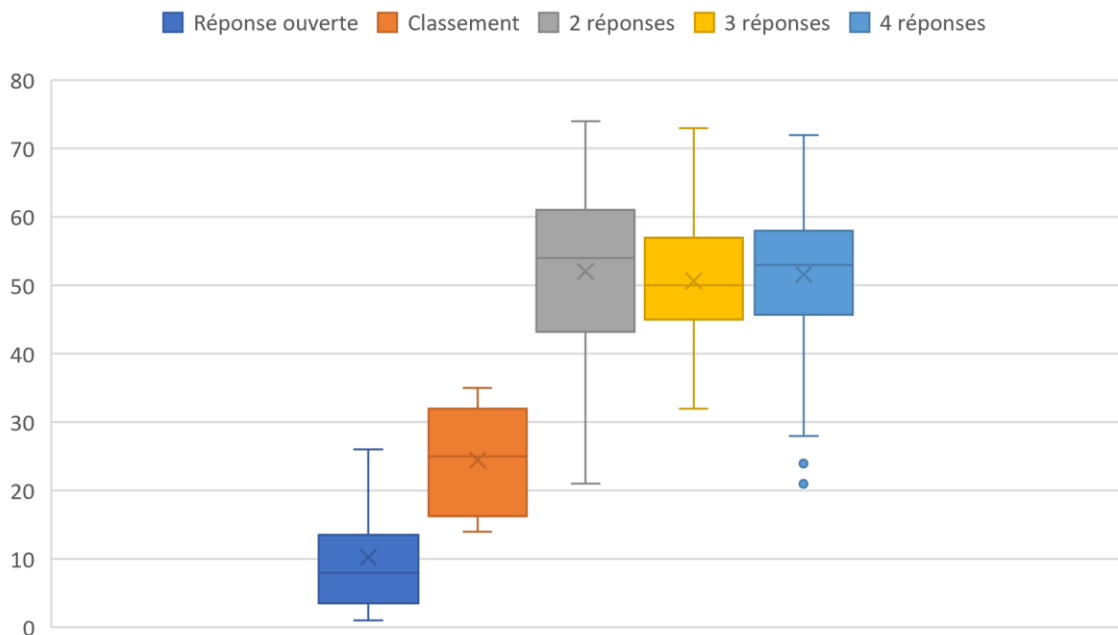


Figure 11 : Nombre de réponses en fonction du format de la question

En moyenne, 14,8 joueurs répondaient à la question posée si celle-ci était ouverte. Parmi ces questions, 24,5 répondaient lorsqu'il leur était proposé de réaliser un classement entre

plusieurs propositions, c'est-à-dire si la réponse était guidée, et 10,2 joueurs en moyenne répondaient s'ils n'avaient pas d'indications. Si la question était posée sous forme de question à choix multiple, le nombre de réponses était en moyenne de 51 indépendamment du nombre de réponses proposées (Figure 11).

Nous pouvons supposer que répondre aux questions dont la réponse est ouverte demande aux étudiants plus de réflexion, de temps et d'engagement. Les étudiants moins mobilisés passent généralement à la question suivante.

Les questions ouvertes demandant aux joueurs de classer des éléments reçoivent des résultats intermédiaires. Elles demandent également plus de temps de réflexion que les questions à choix multiples, mais les joueurs étant guidés, ils sont plus nombreux à répondre.

## D. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DEUX JEUX

### 1. AVANTAGES DE VTS<sup>®</sup> PAR RAPPORT AUX RESEAUX SOCIAUX

Le jeu conçu sur le logiciel *VTS Editor* et diffusé en salle de simulation serait accessible aux étudiants sur une période de temps continue et non pas uniquement durant la période de révisions. Il ne nécessite pas non plus de maître du jeu et est donc une solution plus durable pour les années à venir.

Ce format permet aux étudiants d'aller à leur rythme, les étudiants choisissent individuellement les thèmes qu'ils veulent aborder et on peut leur proposer des situations et exercices plus recherchés et complexes selon leur aisance.

### 1. INCONVENIENTS DE VTS<sup>®</sup> PAR RAPPORT AUX RESEAUX SOCIAUX

La version *VTS Editor* du *Serious Game* présente cependant des inconvénients par rapport à la diffusion par les réseaux sociaux. Alors que les réseaux sociaux sont accessibles à tout moment dans la poche des étudiants, pour bénéficier du jeu, ils doivent réserver un créneau en salle de simulation et se déplacer. Cela nécessite donc de l'anticipation et peu d'économie de temps.

Les étudiants ne peuvent pas interagir avec un maître du jeu.

La valeur ajoutée d'un tel logiciel par rapport à un apprentissage classique du cours sur format papier et des diapositives disponibles sur Moodle s'en retrouve limitée.



La conception du jeu ne permet pas au joueur de donner des réponses ouvertes courtes. Or, aller chercher et proposer soi-même une réponse est un élément important de l'enseignement actif.

## IV. DISCUSSION

### A. DIFFICULTES RENCONTREES LORS DE LA CONCEPTION DU SERIOUS GAME

#### 1. SCENARISER UN SUJET TRES THEORIQUE

Une des principales difficultés rencontrées lors de la conception du jeu était de scénariser un sujet très théorique.

Chercher à tout prix à scénariser le jeu aurait abouti ou bien à une histoire très artificielle qui aurait paru peu crédible et aurait nuit à l'intérêt porté au jeu, ou bien à un scénario trop éloigné des objectifs fixés ce qui fait perdre leur temps aux étudiants.

Ceci explique le parti pris d'utiliser le format des questions-réponses pour limiter la partie scénario, et créer un format qui reste efficace pour l'apprentissage de l'étudiant.

#### 2. VTS EDITOR<sup>®</sup> : PEU ADAPTE A DES PROJETS SCIENTIFIQUES

Une des limites à la conception du *Serious Game* venait du logiciel VTS Editor<sup>®</sup> en lui-même. Celui-ci était plus conçu pour la réalisation de *Serious Games* sur le thème de la formation, du marketing, du management et de la communication que pour des projets scientifiques.

La plateforme fonctionnait sur le principe de mises en situations et de dialogues avec un interlocuteur. Or, dans le cadre d'un projet d'enseignement, on se retrouve avec un interlocuteur unique qui expose le sujet à un interlocuteur novice, ce qui nous refait basculer dans de l'enseignement passif.

### B. LIMITES INHERENTES AU JEU

#### 1. UN JEU LONG A TERMINER

Un des objectifs du jeu était de balayer l'ensemble des thématiques étudiées dans la matière de Bromatologie et nutrition des animaux domestiques. Or, avec près de 500 questions et les explications qui s'en suivent, le jeu est relativement long à terminer et il n'est pas envisageable de le terminer en une seule session. Cela nécessite de la part des étudiants de revenir régulièrement travailler les chapitres de leur choix mais la progression du joueur n'est pas enregistrée.

## 2. ACCESSIBILITE

En étant présent uniquement dans la salle de simulation, le jeu n'est disponible que dans une seule école vétérinaire française, durant les heures d'ouverture de la salle de simulation, et à un seul étudiant à la fois. Ces contraintes peuvent être peu compatibles avec celles inhérentes à la période de révision des étudiants.

### C. AMELIORATIONS POSSIBLES

#### 1. UTILISATION DU SCORE – GAIN DE POINTS

Au cours du jeu et au fur et à mesure que le joueur répond aux questions, celui-ci cumule des points qui lui permettent d'avoir un aperçu de sa progression et de son nombre de bonnes réponses. Cependant le score généré n'a pas d'impact sur la progression du joueur ce qui limite son effet sur la motivation.

Il serait intéressant d'utiliser le score pour débloquer des bonus ou des parties du jeu, ou pour confronter les joueurs entre eux, ceci générerait de la compétition et motiverait le joueur d'avantage à avoir un maximum de réponses justes et à aller au bout du jeu.

#### 2. UNE VERSION POUR LES ETUDIANTS PLUS AVANCES AVEC PLUS DE SCENARIOS

La possibilité d'intégrer des scénarios au *Serious Game* est limitée par la dimension très théorique de la discipline présentée aux étudiants. Cependant, en avançant dans leurs études, ceux-ci intègrent plus de pratique, ce qui pourrait représenter un moyen d'améliorer le *Serious Game* pour des étudiants d'années supérieures.

Une partie plus orientée sur la clinique a déjà été mise en place dans le *Serious Game* car les maladies nutritionnelles font partie intégrante du programme de bromatologie et nutrition des animaux domestiques. Il serait intéressant de poursuivre cet aspect en faisant réaliser aux étudiants des calculs de ration, des analyse critiques de rations et leur adéquation avec la production, de la qualité des aliments, en concordance avec les disciplines abordées plus tard dans le parcours de l'étudiant vétérinaire.

#### 3. GENERALISATION AUX AUTRES MATIERES

Le *Serious Game* pouvant s'appliquer à toutes les disciplines, il pourrait être intégré à un plus grand programme d'enseignements dans le cadre du cursus vétérinaire. En effet, d'une part certaines disciplines se basent entre autres sur des reconnaissances visuelles, comme l'anatomie, la zoologie, la parasitologie, la botanique, l'histologie, la sémiologie, l'anatomie-pathologique etc..., d'autre part les QCM sont souvent des modalités d'examens utilisées et travailler les disciplines concernées sous forme de quiz pourrait constituer un entraînement pour les étudiants.

Il serait possible à l'avenir de développer un jeu de quiz regroupant l'ensemble de ces disciplines dont la bromatologie et la nutrition des animaux domestiques ne serait qu'une partie au même titre que les autres disciplines.

#### D. LE GAME-BASED LEARNING EST-IL REELLEMENT A DEVELOPPER EN MEDECINE VETERINAIRE ?

Nous avons vu précédemment que l'efficacité du *Game-Based Learning* pour l'apprentissage, en particulier à long terme était discutée. Il n'est pas démontré que la création de *Serious Games* permettait d'améliorer les performances des étudiants aux examens, et elle demande un travail important pour sa conception. De même, le *Serious Game* ne fait pas nécessairement gagner du temps aux étudiants dans leurs apprentissages. Aussi le *Game Based Learning* est-il réellement à développer en médecine vétérinaire ?

Malgré ses limites, le *Serious Game* permet de proposer un nouveau format d'apprentissage qui sort les étudiants de leurs photocopies et peut donc jouer positivement sur leur moral. Il peut aussi leur permettre de se tester sur leurs compétences, donc de gagner en confiance et de cibler plus facilement leurs lacunes.

Aujourd'hui, l'école vétérinaire *UniLaSalle* mise sur la conception de *Serious Games*, en s'associant à *Dassault 3D Learning* pour développer des jeux d'apprentissages avec le *Medical Training Center* de Rouen pour des outils de simulations. Les modes d'enseignement alternatifs ont une influence sur l'image de l'école. Intégrer dans le cursus du *Game-Based Learning* et des outils de simulation est aujourd'hui un argument de modernité, et de qualité de l'enseignement. Il montre un intérêt du corps enseignant pour la réussite de ses étudiants et leur bien-être.

## CONCLUSION

Les méthodes d'enseignement passives sont majoritaires à l'ENVT mais sont de plus en plus complétées par des méthodes d'enseignement actives rendant l'étudiant acteur de son apprentissage et favorisant l'engagement et la mémorisation à long terme.

L'utilisation de *Serious Games* dans l'enseignement de la médecine vétérinaire est aujourd'hui marginale en raison de la difficulté technique de les concevoir, mais ils ont leur place dans les méthodes d'enseignement de demain. Bien que les études rétrospectives ne permettent pas de prouver un impact positif des *Serious Games* sur l'apprentissage à long terme du fait de l'hétérogénéité des projets, ceux-ci motivent les étudiants et semblent améliorer la mémorisation à court terme. La création de nouveaux types de supports pédagogiques devient de plus en plus un gage de qualité des établissements d'enseignement supérieur.

L'objectif de cette thèse était de créer un jeu d'apprentissage centré sur le module de « Bromatologie et nutrition des animaux domestiques », à destination des étudiants de seconde année, en se référant aux théories de l'apprentissage pour favoriser l'attrait et l'apprentissage à long terme.

En améliorant la qualité de l'apprentissage d'une matière aussi théorique, qui pose les bases de disciplines essentielles à la pratique de la médecine vétérinaire, nous espérons que les étudiants pourront plus facilement mobiliser leurs connaissances lors de leurs années à venir dans l'école et dans leur pratique future.

Deux versions du jeu ont été proposées. La première, plus complète regroupe plus de 500 questions portant sur l'ensemble des notions abordées dans la discipline et sera laissée à disposition des étudiants dans la salle de simulation de l'ENVT. La seconde version a été proposée comme version d'essai aux étudiants avant leur période d'examens. Elle a suscité de l'intérêt sans pour autant augmenter significativement les notes des étudiants par rapport aux années précédentes.

Selon le succès de cette expérience, nous pourrions imaginer généraliser la conception de *Serious Games* à d'autres disciplines.



## Bibliographie

- Abt, C. (1987), *Serious Games*, Lanham, Maryland : University Press of America, 198p
- Abuelo, A. Castillo, C. and May, S. (2016), "Usefulness of Crosswords Puzzles in Helping First-Year BVSc Students Learn Veterinary Terminology", *Journal of Veterinary Medical Education*, Vol. 43(3) pp. 255-262
- Admiraal, W. Huizenga, J. Akkerman, S. (2011), "The concept of flow in collaborative game-based learning", *Computers in Human Behavior*, Vol. 27, pp. 1185-1194
- Angelova, M. (2020). Students' attitudes to the online university course of management in the context of COVID-19. *International Journal of Technology in Education and Science*, Vol. 4 (4), pp. 283-292.
- Åkerlind G.S. (2004), "A new dimension to understanding university teaching", *Teaching in Higher Education*, Routledge, pp.363 à 375
- Allain, S. (2013) "Serious Game et perception du réel : lecture documentarisante et potentiel cognitif ». Université de Grenoble; Université de Genève. Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation
- Alvarez, J. (2007), « DU JEU VIDEO AU SERIOUS GAME : Approches culturelles, pragmatiques et formelle ». Université de Toulouse.
- Blakely, G. Skirton, H. Cooper, S. Allum, P. & Nelmes, P. (2009), "Educational gaming in the health sciences: systematic review", *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 65(2), pp. 259–269
- Chen, O. Retnowati, E. Kalyuga, S. (2020) "Element interactivity as a factor influencing the effectiveness of worked example-problem solving and problem solving-worked example sequence" *The British Journal of Educational Psychology*. Vol. 90 (1), pp. 210-223
- Dankbaar, M. Alsmas, J. Jansen, E. Van Merriënboer, J. Van Saase, J. Schuit, S. (2016), "An experimental study on the effects of a simulation game on students' clinical cognitive skills and motivation", *Advances in Health Science Education: Theory and Practice*, Vol. 21(3), pp. 505-521

De Bie, M.H. Lipman, L.J.A. (2012), "The Use of Digital Games and Simulators in Veterinary Education: An Overview with Examples", *Journal of Veterinary Medical Education*, Vol. 39 (1), pp. 13-20

Djaouti, D. (2011) « Serious Game Design : considérations théoriques et techniques sur la création de jeux-vidéo à vocation utilitaire ». Université de Toulouse.

Enah, C. Piper, K. Moneyham, L. (2015) "Qualitative evaluation of the relevance and acceptability of a web-based HIV prevention game for rural adolescents", *Journal of pediatric nursing*. Vol. 30 (2), pp. 321-328

Fernando, S. Marikar, F. (2017) "Constructivist Teaching / Learning Theory and Participatory Teaching Methods" *Journal of Curriculum and Teaching*. Vol. 6 (1), pp. 110-122.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 111(23), 8410–8415.

Flynn, L. Jalali, A. Moreau, K.A. (2015) "Learning theory and its application to the use of social media in medical education" *Social media and health professions education*. Vol.91, pp. 556 – 560

Gentry, SV. Gauthier, A. L'Estrade Ehrstrom, B. Wortley, D. Lilienthal, A. Tudor Car, L. Dauwels-Okutsu, S. Nikolaou, CK. Zary, N. Campbell, J. Car, J. (2019) "Serious Gaming and Gamification Education in Health Professions: Systematic Review". *Journal of Medical Internet Research*. 28;21(3)

Giroux, L. (2017) « La Gamification adaptée aux sciences vétérinaires : création d'un jeu d'apprentissage en médecine des ruminants à destination des étudiants et des jeunes diplômés ». Université Claude-Bernard Lyon I.

Halpern, D.F. Hakel, M.D. (2003) "Applying the Science of Learning to the University and Beyond: Teaching for Long-Term Retention and Transfer", *Change: The Magazine of Higher Learning*, 35:4, 36-41



Hamari, J. Shernoff, D.J. Rowe, E. Coller, B. Asbell-Clarke, J. Edwards, T. (2016) "Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning". *Computer in Human Behavior*. Vol.54, pp. 170-178

Herrington, J. Oliver, R. (2000) "An instructional design framework for authentic learning environments" *Educational Technology Research and Development*. Vol. 48, pp.23-48.

Höchstmann C, Walz SP, Schäfer J, Holopainen J, Hanssen H, Schmidt-Trucksäss A. (2017) "Mobile Exergaming for Health-Effects of a serious game application for smartphones on physical activity and exercise adherence in type 2 diabetes mellitus-study protocol for a randomized controlled trial". *Trials*. Vol. 18 (1) pp. 103.

Horii, C. (2007). "Teaching Insights from Adult Learning Theory" *Journal of Veterinary Medical Education*, Vol.34(4), pp. 369–376.

Hu, H. Xiao, Y. Li, H. (2021) "The effectiveness of a Serious Game Versus Online Lectures for Improving Medical Students' Coronavirus Disease 2019 Knowledge". *Game for Health Journal: Research, Development and Clinical Application*. Vol. 10 (2).

Hu, L. Zhang, L. Yin, R. Li, Z. Shen, J. Tan, H. We, J. Zhou, W. (2021) "NEOGAMES: A Serious Computer Game That Improves Long-Term Knowledge Retention of Neonatal Resuscitation in Undergraduate Medical Students" *Frontiers in Pediatrics*. Vol. 9.

Kay, D. Kribble, S. "Learning theories 101: application to everyday teaching and scholarship" (2016) *Advances physiology education* Vol. 40, pp. 17-25

Kiili, K. (2005) "Digital Game-Based Learning: Towards an experiential gaming model" *Internet in Higher Education*. Vol. 8, pp. 13-24

Kim, K-J (2020) "Project-based learning approach to increase medical student empathy", *Medical Education Online*, Vol. 25:1

Latif MZ, Hussain I, Saeed R, Qureshi MA, Maqsood (2019) "U. Use of Smart Phones and Social Media in Medical Education: Trends, Advantages, Challenges and Barriers." *Acta Inform Med*. Vol 27(2);, pp. 33-138

Lau, V. (2014) "Computer-based learning module design: principle derived from learning theories". *Medical Education*. Vol.48 (3), pp. 247-254

Lelardeux, C. Panzoli, D. Alvarez, J. Galaup, M. Lagarrigue, P. (2012) « Serious Game, Simulateur, Serious Play : état de l'art pour la formation en santé »

Levi, O. et al (2019), "Effect of Short- Versus Long-Term Video Game Playing on Basic Laparoscopic Skills Acquisition of Veterinary Medicine Students", *Journal of Veterinary Medical Education*, Vol. 46 (2), pp.184-194

Maroof, A. Sherwani, Y. Al-Jibury, O. Najim, M. Rabee, R. Ashraf, M. (2015) "Gamification in medical education". *Medical Education Online*. Vol. 20.

Michael, J. (2006) "Where's the evidence that active learning works", *Advances in physiology education*. Vol.30(4). Pp.159-167.

Moller Klit, K. Pedersen, K., Stege, H. (2018), "A prospective cohort study of game-based learning by digital simulation of a pig farm to train agriculture students to reduce piglet mortality", *Porcine Health Management*. Vol. 4(28)

Moreno, R. Mayer, R. (2007), "Interactive Multimodal Learning Environments Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends" *Educational Psychology Review*. Vol. 19. pp.309-326.

Mossop, L.H. Cobb, K. (2013) "Educational Theory and Practice: Teaching and Assessing Veterinary Professionalism" *Journal of Veterinary Medical Education*. Vol. 40 (3). pp.223-232.

Mouaheb, H. Fahli, A. Moussetad, M. (2012), "The serious game: what educational benefits?", *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 46, pp. 5502-5508

Ober, C. (2016), "Novel Card Games for Learning Radiographic Image Quality and Urologic Imaging in Veterinary Medicine", *Journal of Veterinary Medical Education*, Vol. 43 (3), pp. 263-270

Olusegun, S. (2015), "Constructivism Learning Theory : A paradigm for Teaching and Learning", *Journal of Research & Methods in Education*, Vol. 5, pp. 60-70

Omelicheva, M.Y, Avdeyeva, O. (2008), "Teaching with Lecture or Debate? Testing the Effectiveness of Traditional versus Active Learning Methods of Instruction", *Political Science and Politics*, Vol. 41 (3), pp. 603-607.

- Paas, F., Tuovinen, J.E., Tabbers, H., Van Gerven, P.W. (2003), "Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory", *Educational Psychologist*, Vol. 38(1), 63-71.
- Pale, P. (2013) "Intrinsic Deficiencies of Lectures as a Teaching Method", *Coll. Antropol.* Vol. 37 (2), pp. 551 – 559.
- Papastergio, M. (2009), "Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation", *Computers & Education*, Vol. 52, pp. 1-12
- Pouw, W. Rop, G. de Koning, B., & Paas, F. (2019). The cognitive basis for the split-attention effect. *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol.148(11), pp. 2058–2075
- Reinwein, J. (2012) "Does the Modality Effect Exist? And if so, which Modality Effect?" *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol.41, pp. 1-32.
- Rey, G.D, Buchwald, F. (2011) "The expertise reversal effect: cognitive load and motivational explanation" *Journal of experimental psychology. Applied*. Vol.17 (1), pp. 33-48
- Schielling, J. (2017). "In Respect to the Cognitive Load Theory: Adjusting Instructional Guidance with Student Expertise" *Journal of allied Health*. Vol. 46 (1), pp.25-30.
- Sevcenko, N. Ninaus, M. Wortha, F. Moeller, K. Gerjets, P. (2021) "Measuring Cognitive Load Using In-Game Metrics of a Serious Simulation Game" *Frontiers in psychology*. Vol.12.
- Sisi, T. Johannesson, M. Backlund, P. (2015) "Serious Games – An Overview".
- Sung, H-Y. Hwang, G-S. (2013) "A collaborative game-based learning approach to improving student's learning performance in science course" *Computer & Education*. Vol. 63, pp. 43-51.
- Tabbers, H.K. Martens, R.L. Van Merriënboer, J.J.G. (2004) "Multimedia instructions and cognitive load theory effects of modality and cueing" *The British Journal of Educational Psychology*, Vol. 74 (1) pp.74-81.
- Tricot, A. (1998), « Charge cognitive et apprentissage. Une présentation des travaux de John Sweller », *Revue de psychologie de l'éducation*, Vol 1, pp. 37-64.

Van Gaalen, A.E.J. Brouwer, J. Schönrock-Adema, J. Bouwkamp-Timer, T. Jaarsma, A.D.C. Georgiadis, J.R. (2021) "Gamification of health professions education: a systematic review" *Advances in Health Science Education*. Vol. 26, pp. 683-711.

Wang R, DeMaria S, Goldberg A, Katz D. "A Systematic Review of Serious Games in Training Health Care Professionals". *Simul Healthc*. 2016 Feb;11(1):41–51.

Weidman, J. Baker, K. (2015) "The cognitive Science of Learning. Concepts and Strategies for the Education and Learner" *Anesthesia and Analgesia* Vol.121 (6), pp. 1586-1599

Wilkinson, K. Dafoulas, G. Garelick, H. Huyck, C. (2020) "Are quiz-games an effective revision tool in Anatomical Sciences for Higher Education and what do students think of them?", *British Journal of Educational Technology*, Vol. 51 (3), pp. 761-777.

## TABLEAUX

TABLEAU 1 : OBJECTIFS PEDAGOGIQUES GENERAUX DE L'ENSEIGNEMENT DE  
BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES

<b>Objectifs pédagogiques généraux</b>
<p>Les enseignements dispensés dans ce module visent à donner aux étudiants les bases nécessaires à la maîtrise de la nutrition et de l'alimentation des animaux. Aussi les étudiants devront en fin de module :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- être capables de : reconnaître et connaître les matières premières courantes, concentrés et fourrages, y compris les plantes alimentaires (la valeur alimentaire et les modalités d'utilisation devront être connues) ; interpréter l'étiquette des aliments composés</li><li>- connaître les modalités et l'efficacité de la digestion des aliments</li><li>- connaître le devenir des principaux nutriments au sein de l'organisme animal : eau, glucides, lipides, protéines, minéraux dont oligo-éléments, vitamines.</li><li>- connaître l'origine des différents besoins des animaux, l'importance de leur couverture à travers les conséquences générales des déséquilibres, et leurs unités d'expression.</li><li>- connaître les modalités de calcul de la valeur alimentaire des aliments pour les principaux animaux domestiques</li></ul>

TABLEAU 2 : REPARTITION DES HEURES D'ENSEIGNEMENT DU DEUXIEME SEMESTRE DE LA  
DEUXIEME ANNEE

<b>Matière</b>	<b>Crédits</b>	<b>Heure de cours magistraux</b>	<b>Heures de TP/TD</b>	<b>Total des heures en face d'un enseignant</b>	<b>Heures de travail personnel</b>
Infectiologie générale : parasitologie, microbiologie, immunologie <i>Parasitologie</i> <i>Microbiologie</i> <i>Immunologie</i>	5	52	28	80	45
		12	16	28	
		20	12	32	
		20		20	
Elevage, filière et société	3	34	21	55	65
Biostatistiques - Epidémiologie <i>Biostatistique</i> <i>Epidémiologie</i>	4,5	29	41	70	60
		20	30	50	
		9	11	20	
Biologie moléculaire – Génétique - Connaissance des races des animaux de compagnie, de sport et de loisir <i>Biologie moléculaire</i> <i>Génétique</i> <i>Connaissance des races des animaux                      de compagnie, de sport et de loisir</i>	4,5	41	32	73	42
		13	15	28	
		26	8	34	
		2	9	11	
Pharmacie, pharmacologie, toxicologie générale	4	31	22	53	55
Ethique, éthologie et bien-être des animaux	2,5	19	12	31	31
Anglais 2	2	0	20	20	20
Bromatologie et nutrition des animaux domestiques	4,5	45	22	67	72
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>251</b>	<b>198</b>	<b>449</b>	<b>390</b>

**TABLEAU 3 – INTITULE ET VOLUME HORAIRE DES COURS DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION  
DES ANIMAUX DOMESTIQUES**

<b>Sujet</b>	<b>Cours magistraux</b>	<b>Enseignement pratique et dirigé</b>
Introduction au cours d'alimentation animale : intérêts et importance de l'alimentation animale pour la profession vétérinaire et la santé des animaux	1	
Séminaire scientifique obligatoire : microbiote digestif et santé	2	
Nutrition générale : Le besoin alimentaire des animaux	2	
Nutrition générale : Energétique	2	
Nutrition générale : Glucides	4	
Nutrition générale : Matières azotées	6	
Nutrition générale : Lipides	2	
Nutrition générale : Minéraux & vitamines	10	
TD : calcul de la valeur alimentaire à partir de la composition chimique		2
Les aliments : Etude générale : aspects règlementaires et technologiques		
TD : présentation d'aliments composés, analyse critique d'étiquettes ; fabrication (films dont un en anglais)	2	
Les aliments : Aspects botaniques et bromatologiques des principales matières premières		2
TD : diagnose des Graminées et Légumineuses et autres plantes alimentaires		3
TD : les plantes toxiques au pâturage		3

Valeurs alimentaires et utilisation des principaux concentrés utilisés en alimentation animale	6	
TD : reconnaissance des principales matières premières		2
Les fourrages verts et conservés : gestion des prairies ; valeur alimentaire et utilisation de l'herbe, des ensilages, des foins, des fourrages déshydratés, et de la paille <i>Dont 4h anticipé en S3 lors de la semaine de préparation au stage VETER</i>	8	
TD : préparation et appréciation qualitative des fourrages conservés		2
Travaux tutorés (4 séances de 2 heures)		8
<b>Total du module</b>	45	22



TABLEAU 4 : ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES

<b>Organisation de l'enseignement</b>
<p><b>Prérequis</b> : Notions : Connaître les organes et leur fonctionnement, ainsi que les voies biochimiques impliqués dans la nutrition des animaux.</p> <p><b>Modules du cursus</b> : Biochimie, Physiologie, Anatomie</p>
<p><b>Grandes lignes du programme :</b></p> <p><u>Nutrition générale</u> : Notion de besoin alimentaire et principaux nutriments (digestion et devenir dans l'organisme, besoin et couverture, liens avec la santé et les productions).</p> <p><u>Les aliments</u> : Aspect botanique et bromatologique des principales matières premières, concentrés et fourrages, principaux traitements des aliments et fabrication des aliments composés, réglementation.</p> <p><b>Applications :</b></p> <p><u>Cours inversés</u> : des photocopiés seront donnés aux étudiants sous forme de pdf téléchargeables sur moodle ainsi que des feuilles d'exercices à préparer pour le cours. Les étudiants corrigeront les exercices avec l'enseignant qui reviendra sur les points que les étudiants n'ont pas compris.</p> <p><u>Travaux tutorés</u> :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Les coproduits et fourrages en alimentation animale, recherche de leur valeur alimentaire et utilisation</li> <li>2. Les substances bioactives et aliments fonctionnels sont-ils efficaces ; visite des parcelles botaniques de l'école et explication concernant la constitution de l'herbier à rendre pour la fin du module</li> <li>3. Commentaire des matières premières utilisées dans les aliments composés pour carnivores domestiques et étiquetage (ramener une étiquette)</li> <li>4. Commentaire des matières premières utilisées pour les rations pour animaux de production (fiches à ramener du stage VETER).</li> </ol> <p>Les modalités de ces 4 TT vous seront précisées en début de module, et seront diffusées via moodle</p>
<p><b>Documents de référence – Ouvrages Photocopiés</b></p> <p>« ASPECTS BROMATOLOGIQUES DES MATIERES PREMIERES DESTINEES A L'ALIMENTATION ANIMALE » et « ASPECTS BOTANIQUES DES MATIERES PREMIERES DESTINEES A L'ALIMENTATION ANIMALE » fourni en début de module sous forme de pdf.</p>

Ces polycopiés, les polycopiés de cours, les diaporamas des cours et TD ainsi que les informations et documents nécessaires aux examens et au TT sont déposés sur Moodle. Des tests sont également disponibles

**Matériel/Équipement nécessaires**

Amener un ordinateur pour le TD de calcul de la valeur alimentaire.

TABLEAU 5 – DEROULEMENT DES EPREUVES DE BROMATOLOGIE ET NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Session	Modalités (évaluation de TP/TD, évaluation sur les cours magistraux, évaluation clinique)	Contrôle continu	Examen final écrit	Examen final oral	Coefficient pour la note finale du module
<b>Session normale</b>	<b>Evaluation finale écrite (2h00)</b> : une ou plusieurs questions portant sur l'ensemble de l'enseignement (cours + TD), se décomposant en 1h de questions « théoriques » et 1 h de questions plus appliquées. NB : Il est demandé aux étudiants de retenir a minima un ordre de grandeur des valeurs alimentaires des matières premières présentées en cours et en TD (cf. liste 1 donnée par les enseignants). Un exemple de ce qui est attendu par les enseignants sera donné en cours.		X		6
	<b>Evaluation de reconnaissance des aliments</b> : (10 min) 5 matières premières et un fourrage seront à reconnaître, il faudra donner leur valeur alimentaire, et estimer la qualité de la conservation du fourrage		X		1
	<b>Examen de botanique</b> : réaliser un herbier dans une prairie, estimer la valeur alimentaire de la prairie, en la justifiant par la valeur alimentaire plantes majoritaires, indiquer la toxicité éventuelle de ces plantes, préciser si vous avez trouvé une ou des plantes toxiques sur la parcelle retenue, évaluer leur quantité et donner leur toxicité, estimer le risque toxique. Cet herbier sera présenté à l'oral.			X	1












	<b>Evaluation des TT</b> : Les modalités de ces TT seront communiquées au début du module. Il est nécessaire d'amener son ordinateur. La notation pendra en compte : la réalisation du travail demandé pour et pendant le TT ainsi que de la participation orale (présentation de son travail à ses camarades).	X			0,5
<b>Session</b>	Evaluation finale écrite		X		6
<b>rattrapage</b>	Evaluation de TP/TD		X		1

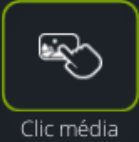
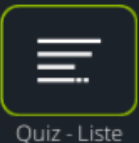
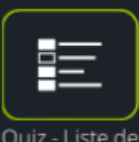

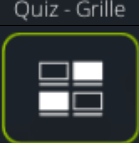
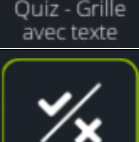
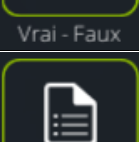
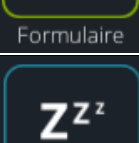
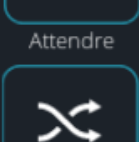

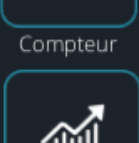
TABLEAU 6 – CALENDRIER DE DIFFUSION DU QUIZ AUX ETUDIANTS





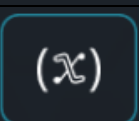
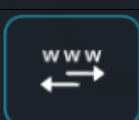





Sujet abordé	Date	Nombre de questions
Le besoin alimentaire	29/05/2022	29
Les aliments pour animaux	29/05/2022	10
Les fourrages secs	30/05/2022	24
La digestion chez les ruminants	31/05/2022	15
Céréales et co-produits	01/06/2022	15
Les oléo-protéagineux et tourteaux	02/06/2022	15
Les lipides	03/06/2022	6
Les vitamines hydrosolubles	04/06/2022	11
La vitamine E	04/06/2022	9
La vitamine K	04/06/2022	3
Les fourrages verts	06/06/2022	27
Racines, tubercules et co-produits	08/06/2022	19
L'eau	08/06/2022	10
La vitamine A	09/06/2022	15
Les ensilages de fourrages verts	11/06/2022	27
Calcium, phosphore, vitamine D	12/06/2022	29
Le magnésium	12/06/2022	7
Les matières azotées – utilisation par les ruminants	14/06/2022	12
Bonus : Réglementation		10

## ANNEXES

### ANNEXE 1 – DESCRIPTION DES COMMANDES DE VTS

 Parler	Parler	Faire parler automatiquement les personnages (dont l'apprenant) les uns après les autres, sans interaction de la part de l'apprenant
 Message	Message	Afficher un message à l'utilisateur
 Émotion	Emotion	Changer les expressions faciales des personnages
 Diaporama	Diaporama	Affiche une succession d'images avec sous-titre et voix-off optionnelle
 Vidéo	Vidéo	Joue une vidéo
 Son	Son	Joue un son
 Animation	Animation	Joue une animation spécifique
 Choix des médias	Choix des médias	Modifie un média dans un emplacement de média dans le décor.
 URL	URL	Ouvre une adresse web dans le navigateur web par défaut
 Choix de phrases	Choix des phrases	Montrer à l'apprenant un choix de questions auxquelles les personnages répondent
 Zones cliquables	Zones cliquables	Permet de définir des zones cliquables à l'écran qui déclenchent d'autres embranchements dans le graphe

 Clic média	Clic média	Rendez cliquable un emplacement de média du décor : · Passer dans le bloc rend cliquable ou non l'emplacement. Lorsque cet emplacement est cliqué le graphe revient sur ce bloc et sort par la deuxième sortie.
 Quiz - Liste	Quiz – Liste	Affiche un Quiz avec des choix présentés sous forme de liste de textes.
 Quiz - Liste de médias	Quiz – Liste des médias	Affiche un Quiz avec des choix présentés sous forme de liste de médias avec des textes
 Quiz - Grille	Quiz – Grille	Affiche un Quiz avec des choix présentés sous forme de grille de médias.
 Quiz - Grille avec texte	Quiz – Grille avec texte	Affiche un Quiz avec des choix présentés sous forme de grille de médias avec des textes
 Vrai - Faux	Vrai – Faux	Affiche une proposition que l'apprenant doit évaluer comme vraie ou fausse.
 Formulaire	Formulaire	Définissez un formulaire à remplir par l'utilisateur Les réponses sont stockées dans des variables Vous pouvez utiliser ces variables dans la suite de votre scénario : bloc <i>Conditions</i> , bloc <i>Variables</i> , dans les textes, tec.
 Attendre	Attendre	Nombre de secondes à attendre avant de passer au bloc suivant
 Aléatoire	Aléatoire	Une des sorties de ce bloc est déclenchée au hasard
 Compteur	Compteur	Compte le nombre de passage dans ce bloc
 Score	Score	Ajoute des scores quand ce bloc est activé

 Flag	Flag	Choisissez un nom de Flag à activer ou désactiver Vous pourrez ensuite vérifier l'état d'activation d'un Flag grâce au bloc « Vérifier Flags » pour créer des embranchements de scénarios.
 Vérifier flags	Vérifier flags	Choisissez des Flags à vérifier. Ce bloc activera sa première sortie si la condition est vérifiée. Les Flags définis doivent être activés par les blocs « Flags »
 Badge	Badge	Récompense l'apprenant avec un badge
 Variables	Variables	Définit des variables et leurs valeurs
 Conditions	Conditions	Ce bloc sortira par la sortie correspondante à la première condition valide. Si aucune condition n'est valide, il sortira par sa dernière sortie.
 Requête web	Requête web	Effectue une requête web dont le résultat peut être stocké dans une Variable
 Modifier inventaire	Modifier inventaire	Afficher / masquer une ressource de l'inventaire
 Ouvrir inventaire	Ouvrir inventaire	Ouvre l'inventaire et affiche l'élément spécifié
 Compte à rebours	Compte à rebours	Active ou désactive un compte à rebours, indépendant de la limite de temps du scénario. Il ne peut exister qu'un seul compte à rebours actif à un instant donné Lorsque le compte à rebours se termine, le graphe revient sur ce bloc et sort par la deuxième sortie
 Figer 360	Figer 360	Dans un décors 360°, permet de bloquer la direction du regard
 Forcer 360	Forcer 360	Dans un décors 360°, permet de forcer la direction du regard



ANNEXE 2 – LISTE DES EXERCICES PROPOSES SUR LE LOGICIEL VTS

Nom de l'exercice	Sous parties	Nombre de questions
1. Le besoin alimentaire	1.1 La composition chimique de l'organisme	2
	1.2 La mesure des besoins des animaux	4
	1.3 Les aliments pour animaux	7
2. L'utilisation de l'énergie par les animaux	2.1 Les étapes de l'utilisation de l'énergie	4
	2.2 Le système unité fourragère	3
3. Les glucides – utilisation par les ruminants	3 .1Le rôle des fibres	3
	La digestion chez les ruminants	8
	Les microorganismes du rumen	7
4. Les matières azotées – utilisation par les ruminants	Les matières azotées en alimentation animale	2
	La digestibilité des protéines	9
	Le système PDIE	3
	Exercice PDI	8
	Les sources de matières azotées	5
	Les sources synthétiques	5
5. Les lipides	La nomenclature des acides gras	13
	La digestion des lipides chez les ruminants	4
	Les sources de lipides dans l'alimentation	2
6. Les vitamines hydrosolubles	Introduction	3
	Le métabolisme glucidique	1
	Le métabolisme protéique et nucléique	1
	Les symptômes des carences	7
7. Calcium, phosphore, vitamine D	La localisation des minéraux	4
	Le rôle des minéraux	-
	L'utilisation digestive du calcium et du phosphore	6
	Les besoins et recommandations	5
	Les carences et excès	4
8. La vitamine A	La structure de la vitamine A	6
	Digestion et métabolisme	6
	Les fonctions du rétinol	1
	Les apports recommandés et les sources de caroténoïdes	2
9. La vitamine E	La structure de la vitamine E	2
	Digestion et métabolisme	-
	Propriétés et mécanismes	1
	Les carences en vitamine E	2
	Les apports recommandés en Vitamine E	-
	Les sources de vitamine E	-
10. La vitamine K	La synthèse de la vitamine K	-
	Les carences en vitamine K	1
11. Le magnésium	Le magnésium dans l'organisme	1
	L'absorption et la digestion du magnésium	4
	Le rôle biologique du magnésium	-

	Les besoins et les sources alimentaires	2
	Les carences en magnésium	-
12. Le soufre	Le soufre dans l'organisme	2
	Digestion et métabolisme	1
	Fonctions biologiques, besoins et sources alimentaires	3
	Carences et excès	1
13. Les oligo-éléments	Définition et rôle dans l'organisme	5
	Utilisation digestive des oligo-éléments	22
	Les éléments du métabolisme	29
	Carences et excès	18
14. L'eau		11
15. La réglementation en alimentation animale		11
16. Les céréales et co-produits	La culture des céréales	7
	Composition chimique moyenne	5
	Process technologiques et utilisation	4
	Les coproduits des céréales	18
	L'utilisation des co-produits des céréales	3
17. Les racines, tubercules et co-produits	Les racines et tubercules	7
	Les coproduits de la betterave	11
	Les co-produits de la pomme de terre	1
18. Les oléo-protéagineux et tourteaux	La culture des oléo-protéagineux	5
	La valeur biologique et l'utilisation des graines oléo-protéagineuses	10
	Les facteurs antinutritionnels et toxiques	9
	Les fruits oléagineux	2
	La valeur biologique et l'utilisation des tourteaux	18
19. Les fourrages secs	Le foin	10
	Les techniques particulières de séchage	10
	La paille	2
20. Les ensilages de fourrages verts	Evolution biochimique et microbiologique	5
	Pertes au cours de l'ensilage	6
	Aptitude des plantes à ensiler et stades de récolte	9
	Les agents bactériens	3
	Mise en œuvre de l'ensilage	4
	Utilisation et pathologies liées à l'ensilage	7
	L'enrubannage = ensilage de pré-fané	3
21. Les fourrages verts	Classification des prairies	12
	Physiologie de l'herbe	8
	Valeur alimentaire	9
	Gestion des pâturages	13
	Utilisation et risques liés au pâturage	8
22. Le rachitisme chez le jeune		5
23. La fièvre de lait		5
24. L'ostéomalacie chez l'adulte		4

25. La maladie de la hyène		3
26. Le syndrome myopathie dyspnée chez les veaux		5
27. La cétose clinique chez la vache laitière		13

## ANNEXE 3 – LISTE DES QUIZ PROPOSES AUX ETUDIANTS VIA LA PLATEFORME *INSTAGRAM*<sup>®</sup>

### Le besoin alimentaire

1. L'organisme est constitué de ... d'eau <sup>1</sup>
  - **50-70% (62)**
  - 15-30% (1)
  - 13-20% (0)
  - 2-4% (0)
  
2. L'organisme est constitué de ... de matières azotées
  - 50-70% (2)
  - 15-30% (26)
  - **13-20% (29)**
  - 2-4% (3)
  
3. L'organisme est constitué de ... de lipides
  - 50-70% (2)
  - 15-30% (26)
  - **13-20% (29)**
  - 2-4% (3)
  
4. L'organisme est constitué de ... de cendres brutes
  - 15 à 20% (0)
  - 13 à 20% (3)
  - **2 à 4% (38)**
  - Moins de 1% (19)
  
5. L'organisme est constitué de ... de glucides
  - 15 à 20% (0)
  - 13 à 20% (13)
  - 2 à 4% (12)
  - **Moins de 1% (28)**
  
6. Donner la formule du métabolisme de base
  - 7 réponses justes
  - 5 réponses fausses
  
7. Le besoin d'entretien est :
  - Proportionnel au poids de l'animal (5)
  - **Egal à 2xMB (métabolisme de base) (33)**
  - Supérieur au besoin de lactation au pic (1)
  - Egal à MB (14)

---

<sup>1</sup> Les résultats sont présentés sous la forme suivante :

#### Question

- **Réponse juste (nombre de réponses)**
- Réponse fausse 1 (nombre de réponses)
- Réponse fausse 2 (nombre de réponses)
- Réponse fausse 3 (nombre de réponses)

8. Classer ces besoins du plus au moins élevé :
  1. BC (Besoin de croissance, ici en fin de croissance)
  2. BE (Besoin d'entretien)
  3. BG (Besoin de gestation, ici en fin de gestation)
  4. BL (Besoin de lactation, ici au pic)
  
9. Le besoin de croissance BC est égal à
  - 2 à 4 x BE (13)
  - **0,5 à 1 x BE (32)**
  - 0,2 à 3 x BE (3)
  
10. Le besoin de croissance atteint son maximum
  - En période néonatale (16)
  - En fin de croissance (8)
  - **A la puberté (25)**
  
11. Le besoin de gestation est égal à
  - 2 à 4 x BE (13)
  - **0,5 à 1 x BE (32)**
  - 0,2 à 3 x BE (3)
  
12. Le besoin de gestation est maximal
  - En début de gestation (6)
  - **En fin de gestation (38)**
  - En milieu de gestation (6)
  
13. Le besoin de lactation BL est égal à
  - **2 à 4 x BE (33)**
  - 0,5 à 1 x BE (7)
  - 0,2 à 3 x BE (8)
  
14. Le besoin de lactation est le plus élevé
  - En début de lactation (11)
  - **Au pic de lactation (34)**
  - Juste avant le tarissement (2)
  
15. Lors de la croissance, donner l'ordre de développement des tissus suivants :
  1. Muscles
  2. Squelette
  3. Système nerveux
  4. Tissus adipeux
  
16. La courbe de croissance de l'animal est parallèle à
  - La courbe de croissance du système nerveux (3)
  - La courbe de croissance osseuse (16)
  - **La courbe de croissance musculaire (20)**
  - La courbe de croissance du tissu adipeux (5)

17. Classer l'ordre de priorité des nutriments
1. Début de gestation / Fin de lactation
  2. Fin de lactation / Début de gestation
  3. Muscles
  4. Squelette
  5. Système nerveux
  6. Tissus adipeux
18. En cas de carence en début de gestation ou fin de lactation
- Les besoins de la mère sont mis de côté (carence) (21)
  - **Les petits ne sont plus prioritaires (avortement, tarissement) (24)**
19. Quelle affirmation est fausse ? L'énergie brute de l'aliment
- Est l'énergie de combustion de l'aliment (26)
  - **Est inférieure à l'énergie métabolisable (19)**
  - Est connue pour chaque gramme de lipides, glucides, protéines (12)
20. L'énergie digestible :
- Est facilement mesurable au contraire de l'énergie brute (6)
  - **Est égale à l'énergie brute – l'énergie contenue dans les fèces (50)**
21. L'énergie métabolisable
- Est constante chez toutes les espèces (1)
  - Est bien connue chez l'homme (6)
  - **= E digestible – E urines – E gaz digestifs (49)**
22. L'énergie nette de production
- **= E métabolisable – E nette d'entretien – E extra chaleur (35)**
  - = E métabolisable – E nette d'entretien (8)
  - = E métabolisable – E extra chaleur (10)
23. Le système d'énergie fourragère correspond à :
- L'énergie contenue dans 1 kg d'avoine en 1995 (10)
  - **L'énergie contenue dans 1 kg d'orge en 1987 (43)**
  - L'énergie contenue dans 1 kg de granulés de luzerne (3)
24. On utilise les UFL pour les bovins à l'entretien
- **Vrai (36)**
  - Faux (19)
25. On utilise les UFL pour les vaches en lactation
- **Vrai (41)**
  - Faux (15)
26. On utilise les UFL pour
- **Les bovins en croissance avec un GMQ < 1000 g/jour (35)**
  - Les bovins en croissance avec un GMQ > 1000g/jour (18)

27. Combien d'UFL nécessite la production d'1 kg de lait ?

28. On utilise les UFV pour

- Les bovins à l'entretien (1)
- Les bovins en croissance avec un GMQ < 1000 g/jour (7)
- **Les bovins en croissance avec un GMQ > 1000 g/jour (44)**
- Les vaches en lactation (1)

29. On utilise les UFC pour

- Les chevaux en croissance (8)
- Les juments en lactation (1)
- Les poulains en croissance (3)
- **Toutes les catégories de chevaux (42)**

### **Racines, tubercules et co-produits**

1. Un tubercule est

- Une racine hypertrophiée (18)
- **Une tige souterraine (17)**

2. Carottes, Betteraves et Panais sont riches en

- **Sucre (26)**
- Amidon (3)
- Inuline (3)

3. Pomme de Terre et Manioc sont riches en

- Sucre (1)
- **Amidon (30)**
- Inuline (1)

4. Le Topinambour est riche en

- Sucre (2)
- Amidon (7)
- **Inuline (24)**

5. Les betteraves contiennent des composés toxiques

- **Oxalates (calculs rénaux) et nitrates (methémoglobine) (18)**
- Alcaloïdes (solanine) et saponides (météorisation) (14)

6. Les pommes de terre contiennent

- Des oxalates (risque de calculs rénaux) (3)
- Des nitrates (risque de methémoglobinisation) (9)
- **Des alcaloïdes comme la solanine (21)**

7. Les carottes contiennent des composés toxiques :

- Des oxalates (risque de calculs rénaux) (2)
- **Des nitrates (risque de methémoglobinisation) (21)**
- Des alcaloïdes comme la solanine (9)

8. La pulpe de betterave déshydratée est utilisée
  - **Comme concentré énergétique (26)**
  - Comme fourrage, stockée en ensilage (6)
  
9. La pulpe de betterave surpressée est utilisée
  - Comme concentré énergétique (14)
  - **Comme fourrage, stockée en ensilage (18)**
  
10. L'ensilage de pulpe de betterave surpressée est facile à réaliser
  - Vrai (10)
  - **Faux (23)**
  
11. La pulpe de betterave est contre-indiquée en fin de gestation
  - **Vrai (26)**
  - Faux (6)
  
12. L'ensilage de pulpe de betterave surpressée est utilisé pour la production de fromages à pâte dure
  - Vrai (12)
  - **Faux (19)**
  
13. La mélasse n'est pas utilisée chez les ruminants
  - **Comme concentré énergétique (5)**
  - Pour augmenter l'appétence des aliments (3)
  - Pour empêcher la friabilité des granulés (3)
  - Comme base pour les aliments d'apport en azote (17)
  
14. La mélasse représente au maximum
  - 1% de la ration (18)
  - **5% de la ration (10)**
  - 10% de la ration (1)
  - 12% de la ration (0)
  
15. La vinasse est utilisée chez les ruminants
  - Comme concentré énergétique (1)
  - Pour augmenter l'appétence des aliments (10)
  - Pour empêcher la friabilité des granulés (9)
  - **Comme base pour les aliments d'apport en azote (8)**
  
16. La vinasse représente au maximum
  - **500 g/jour (9)**
  - 1 kg/jour (11)
  - 1,5 kg/jour (3)
  - 2 kg/jour (1)
  
17. La pulpe de betterave surpressée est un fourrage qui déclenche la rumination
  - Vrai (7)



- **Faux (18)**

18. On peut donner les feuilles de collet aux ruminants à raison de maximum

- 1 kg de MB / bovin adulte (6)
- 3 kg de MB / bovin adulte (11)
- **5 kg de MB / bovin adulte (4)**
- 10 kg de MB / bovin adulte (0)

19. Les pelures de pomme de terre peuvent être utilisées chez les ruminants mais présentent un risque de toxicité

- **Vrai (17)**
- Faux (5)

### L'eau

1. L'eau fournie aux animaux doit être potable

- Vrai (17)
- **Faux (6)**

2. Dans certaines conditions, la consommation d'herbe riche en eau peut suffire à couvrir les besoins hydriques

- **Vrai (14)**
- Faux (13)

3. Le besoin hydrique d'un animal est d'environ

- **2 à 4 L/kg de MS (26)**
- 4 à 6 L/kg de MS (20)

4. Ce qui représente également

- 20 à 50 mL/kg de poids corporel (13)
- **50 à 90 mL/kg de poids vif (32)**

5. Une eau peu appétente est souvent signe de toxicité

- Vrai (25)
- **Faux (22)**

6. Une carence en eau peut entraîner une baisse du GMQ ou de production laitière

- **Vrai (62)**
- Faux (1)

7. Vous visitez une exploitation de 100 vaches laitières en stabulation. Vous dénombrez 8 abreuvoirs tous espacés de 20 mètres. Le nombre d'abreuvoirs et leur disposition vous semblent corrects

- **Vrai (24)**
- Faux (43)

8. Le débit d'un abreuvoir individuel automatique est idéalement de

- 1 à 2 L/min (15)
- 10 à 12 L/min (39)

- **15 à 20 L/min (5)**
  - 30 L/min (2)
9. Toute l'eau bue est éliminée par voir urinaire
- Vrai (3)
  - **Faux (63)**
10. En stabulation, on recommande
- 1 abreuvoir pour 5 vaches (6)
  - 1 abreuvoir pour 10 vaches (34)
  - **1 abreuvoir pour 15 vaches (21)**
  - 1 abreuvoir pour 20 vaches (6)

### Calcium, phosphore, vitamine D

1. L'organisme est constitué de
  - 1% de minéraux (9)
  - **3,5% de minéraux (28)**
  - 7% de minéraux (8)
  - 10% de minéraux (2)
  
2. Les minéraux sont majoritairement situés dans
  - Les dents (2)
  - Les muscles, le foie, le sang (10)
  - **Le tissus osseux (37)**
  
3. Le calcium est un ion majoritairement
  - Intracellulaire (24)
  - **Extracellulaire (23)**
  
4. Le phosphore est un ion majoritairement
  - **Intracellulaire (40)**
  - Extracellulaire (9)
  
5. La calcémie est de l'ordre de ... chez toutes les espèces
  - 30 à 45 mg/L (14)
  - 45 à 90 mg/L (20)
  - **90 à 120 mg/L (12)**
  - 250 mg/L (0)
  
6. Le transport du calcium est
  - Actif (26)
  - Passif (5)
  - **Actif et Passif (16)**
  
7. Le calcium est absorbé sous forme
  - **Soluble (24)**
  - Insoluble (3)
  - Soluble et insoluble (20)

8. La CUD du calcium est meilleure chez les animaux jeunes
- **Vrai (43)**
  - Faux (3)
9. Les phytases permettent d'augmenter la digestibilité du phosphore
- **Vrai (37)**
  - Faux (7)
10. La parathormone a une action
- Hypercalcémiant et hyperphosphatémiant (14)
  - **Hypercalcémiant et hypophosphatémiant (18)**
  - Hypocalcémiant et hyperphosphatémiant (9)
  - Hypocalcémiant et hypophosphatémiant (1)
11. La parathormone
- **Augmente l'absorption intestinale du Ca (33)**
  - Diminue l'absorption intestinale du Ca (8)
12. La parathormone
- **Augmente l'excrétion rénale du phosphore (28)**
  - Diminue la sécrétion rénale du phosphore (12)
13. La parathormone augmente
- L'ostéosynthèse (17)
  - **L'ostéolyse (23)**
14. La parathormone est synthétisée lorsque
- La calcémie augmente (6)
  - **La calcémie diminue (33)**
15. La calcitonine a une action
- Hypercalcémiant et hyperphosphatémiant (5)
  - Hypercalcémiant et hypophosphatémiant (5)
  - Hypocalcémiant et hyperphosphatémiant (19)
  - **Hypocalcémiant et hypophosphatémiant (8)**
16. La calcitonine augmente
- **L'ostéosynthèse (35)**
  - L'ostéolyse (4)
17. La calcitonine
- **Augmente l'excrétion rénale du phosphore (26)**
  - Diminue la sécrétion rénale du phosphore (12)
18. La calcitonine est synthétisée lorsque
- **La calcémie augmente (33)**
  - La calcémie diminue (7)

19. La vitamine D a une action

- **Hypercalcémiant et hyperphosphatémiant (12)**
- Hypercalcémiant et hypophosphatémiant (13)
- Hypocalcémiant et hyperphosphatémiant (9)
- Hypocalcémiant et hypophosphatémiant (1)

20. La vitamine D

- **Augmente l'absorption intestinale du Ca (30)**
- Diminue l'absorption intestinale du Ca (4)

21. La vitamine D augmente

- L'ostéosynthèse (26)
- **L'ostéolyse (10)**

22. La synthèse de la vitamine D est activée par

- **La parathormone (21)**
- La calcitonine (3)
- Le calcitriol (11)

23. Chez un animal adulte ne produisant rien, une carence en Ca et P entraîne rapidement des symptômes

- Vrai (20)
- **Faux (17)**

24. Une carence alimentaire en Ca est mise en évidence facilement par une mesure de la calcémie

- Vrai (11)
- **Faux (23)**

25. Les carences en Ca et P sont rares chez les animaux de production

- **Vrai (10)**
- Faux (24)

26. Le besoin en Ca d'une vache laitière à l'entretien est environs de

- 3,6 g/jour (7)
- 7,2 g/jour (19)
- **36 g/jour (7)**

27. Le rapport Ca/P dans l'alimentation doit être

- <1 (1)
- **Entre 1 et 2 (31)**
- > 2 (2)

28. Quel aliment est le plus riche en Ca

- Graminées (2)
- Crucifères (9)
- **Légumineuses (11)**

- Tourteaux (11)

29. Les tourteaux ont un bon rapport Ca/P

- Vrai (12)
- **Faux (21)**

### Le magnésium

1. Le magnésium est principalement stocké dans

- Les muscles striés squelettiques (11)
- **Le tissu osseux (13)**
- Les tissus mous non musculaires (3)
- Le plasma (6)

2. Il existe des mécanismes spécifiques de régulation de la magnésémie

- Vrai (13)
- **Faux (20)**

3. La parathormone

- **Mobilise le Ca osseux ce qui libère le Mg (25)**
- Augmente l'ostéosynthèse ce qui capture le Mg (8)

4. La parathormone

- Augmente l'excrétion urinaire de Mg (15)
- **Diminue l'excrétion urinaire de Mg (18)**

5. Le Mg osseux est facilement mobilisable chez l'adulte

- Vrai (8)
- **Faux (23)**

6. Donner 1 rôle du magnésium

- 4 réponses justes
- 0 réponses fausses

7. Une carence en Mg entraîne chez la vache laitière entraîne

- Une insuffisance rénale (2)
- Des troubles de la digestion (7)
- Des troubles de la croissance (8)
- **Des troubles de la reproduction (15)**

### Les matières azotées – utilisation par les ruminants

1. On appelle matières azotées : (59 vues)

- Les acides aminés uniquement (0)
- Les acides aminés et acides nucléiques (2)
- **Les acides aminés, acides nucléiques et l'urée (40)**

2. Dans le rumen, les matières azotées dégradables (58 vues)

- **Conduisent à la formation de NH<sub>3</sub> (38)**
- Sont essentiellement des protéines solubles (3)

- Sont les protéines intestinales d'origine alimentaire (3)
3. Le tannage et l'extrusion (54 vues)
    - Augmentent la dégradation des matières azotées (10)
    - **Diminuent la dégradation des matières azotées (35)**
  4. Le NH<sub>3</sub> du rumen est majoritairement (53 vues)
    - Absorbé au niveau de la muqueuse ruminale (11)
    - **Utilisé par les bactéries ruminales (35)**
  5. L'équilibre idéal de MOF est de (51 vues)
    - **160 g de MAD / kg de MOF (32)**
    - 240 g de MAD / kg de MOF (2)
    - 160 g de MOF / kg de MAD (10)
    - 240 g de MOF / kg de MAD (1)
  6. La valeur biologique des protéines microbienne est (50 vues)
    - **Supérieure à celle des protéines végétales (28)**
    - Inférieure à celle des protéines végétales (12)
  7. L'acide aminé limitant des protéines microbiennes est (48 vues)
    - La lysine (18)
    - **La méthionine (20)**
  8. Un aliment est une source de protéines à partir de (48 vues)
    - 10% de protéines brutes (2)
    - 15% de protéines brutes (11)
    - **20% de protéines brutes (24)**
    - 250 de protéines brutes (3)
  9. Les conséquences d'une carence en protéines sur la lactation sont (48 vues)
    - **Baisse de la quantité de lait produite (10)**
    - Baisse du taux protéique du lait (28)
    - Baisse du taux butyreux (3)
  10. Les conséquences s'une carence en protéine sur la croissance sont (45 vues)
    - Diminution de l'adiposité des carcasses (2)
    - Puberté plus précoce (2)
    - **Diminution du GMQ (37)**
  11. Donner une conséquence d'une carence en protéine chez un individu adulte (43 vues)
    - 3 réponses juste
    - 0 réponses fausses
  12. Un excès de protéines a peu de conséquences chez un individu sain (44 vues)
    - **Vrai (26)**
    - Faux (14)

## La vitamine A

1. Le rétinol est une molécule
  - Hydrophile (24)
  - **Lipophile (33)**
  
2. Le rétinol est une molécule sensible à l'oxydation
  - **Vrai (46)**
  - Faux (12)
  
3. Les animaux peuvent stocker la vitamine A
  - **Vrai (23)**
  - Faux (35)
  
4. Combien de rétinol peut-on synthétiser à partir d'un bêta-carotène
  - **14 réponses justes**
  - 0 réponses fausses
  
5. Le rendement de conversion du bêta-carotène en rétinol est environs de 80% chez toutes les espèces sauf le chat
  - Vrai (36)
  - **Faux (13)**
  
6. Le rétinol est la forme absorbée par les ruminants au niveau du tube digestif
  - **Vrai (29)**
  - Faux (19)
  
7. Sous quelle forme la vitamine A est-elle stockée ?
  - Rétinol (8)
  - **Palmitate de rétinol (12)**
  - Acide rétinoïque (30)
  
8. Quelle espèce a le meilleur taux de conversion bêta-carotène / rétinol ?
  - **Volailles (12)**
  - Bovin (11)
  - Cheval (11)
  - Carnivores domestiques (10)
  
9. Donner un rôle important de la vitamine A
  - **11 réponses justes**
  - 0 réponses fausses
  
10. Une carence en vitamine A n'entraîne pas de
  - Troubles de la vision (2)
  - Troubles de la reproduction (10)
  - **Risques accrus de calculs urinaires (18)**
  - Hausse de la pression intracrânienne (17)

11. Une carence en vitamine A n'entraîne pas non plus de
  - Xérophtalmie (5)
  - Diminution de l'appétit (5)
  - Troubles de la croissance osseuse (10)
  - **Diarrhée en corde (24)**
  
12. Quel est l'apport recommandé en vitamine A chez les ruminants ?
  - **0 réponses justes**
  - 1 réponses fausses
  
13. Quel aliment est le plus riche en caroténoïdes ?
  - **Les fourrages verts (16)**
  - Luzerne déshydratée (8)
  - Concentrés (11)
  - Ensilage de maïs (9)
  
14. Quel aliment est le moins riche en caroténoïdes ?
  - Fourrages verts (1)
  - Luzerne deshydratée (17)
  - **Concentrés (20)**
  - Ensilage de maïs (9)
  
15. La teneur en vitamine A dans les aliments est réglementée
  - A cause du risque de spondylose cervicale du chat (7)
  - A cause du risque de maladie de la hyène du bovin (19)
  - **A cause des risques tératogènes chez la femme enceinte (20)**

#### Les ensilages de fourrages verts

1. Les premières transformations de l'ensilage sont
  - **Dues à la respiration cellulaire (31)**
  - Une fermentation lactique par les lactobacilles (15)
  - Dues à la respiration des bactéries aérobies (23)
  
2. Les bactéries disparaissant le plus vite de l'ensilage sont
  - **Les bactéries aérobies (62)**
  - Les bactéries aéro-anaérobies (2)
  - Les bactéries aérobies (4)
  
3. Les réactions de fermentation s'arrêtent quand le pH
  - **Atteint 3,5 (36)**
  - Atteint 4,5 (38)
  
4. Les pertes en jus sont négligeables si l'ensilage
  - A plus de 20% de MG (9)
  - A plus de 25% de MG (17)
  - **A plus de 28% de MG (15)**
  - A plus de 30% de MG (31)



5. Les pertes en CO2 sont faciles à réduire
  - **Vrai (18)**
  - Faux (53)
  
6. Les pertes par zones inconsommables sont
  - En moyenne de 5% (17)
  - **En moyenne de 10% (28)**
  - De 15% si l'ensilage est très bien fait (14)
  
7. Pour réaliser facilement un ensilage, l'espèce botanique choisie ne doit pas être trop riche en sucres solubles
  - Vrai (37)
  - **Faux (31)**
  
8. Les plantes ensilées doivent avoir un fort pouvoir tampon
  - Vrai (24)
  - **Faux (39)**
  
9. Quelle plante est la plus facile à ensiler ?
  - **Maïs plante entière (57)**
  - Ray-grass d'Italie (5)
  - Dactyle (1)
  - Légumineuses (3)
  
10. Pour mesurer la qualité de conservation de l'ensilage, on mesure son pH
  - En surface (0)
  - **En quelques cm de profondeur (65)**
  
11. Il est normal que la température soit élevée après 2 semaines
  - Vrai (44)
  - **Faux (21)**
  
12. Si on a une coulée blanche en pressant un grain de maïs, il est au stade
  - **Laiteux (64)**
  - Pâteux (1)
  - Vitreux (2)
  
13. Sa teneur en matière sèche est de
  - **25% (63)**
  - 30% (4)
  - 40% (0)
  
14. Si le grain de maïs n'est pas écrasable et raye l'ongle
  - Laiteux (0)
  - Pâteux (2)
  - **Vitreux (65)**
  
15. Sa teneur en matière sèche est de

- 25% (0)
- **30% (21)**
- 40% (46)

16. Le maïs destiné à l'ensilage est récolté au stade

- Laiteux (1)
- Pâteux (7)
- **Pâteux-vitreux (58)**
- Vitreux (1)

17. Quels microorganismes rendent l'ensilage impropre à la consommation ?

- **Les clostridies (48)**
- Les spores butyriques (13)
- Les lactobacilles (5)

18. Les clostridies se développent à pH

- < 3,5 (19)
- > 3,5 (22)
- **> 4,4 (19)**
- > 5 (5)

19. Les moisissures se développent bien en milieu anaérobie

- Vrai (21)
- **Faux (42)**

20. La quantité de mycotoxines est proportionnelle au niveau apparent de moisissures

- Vrai (30)
- **Faux (31)**

21. Quelle est la taille recherchée des particules issues du hachage des plants de maïs pour l'ensilage

- **3 réponses justes**
- 5 réponses fausses

22. Lors de sa confection, l'ensilage est tassé tous les

- 10 cm (16)
- **30 cm (27)**
- 50 cm (15)
- 70 cm (3)

23. Citer 2 types de silos

- **0 réponses justes**
- 3 réponses fausses

24. L'ensilage de maïs plante entière est adapté aux productions intensives

- **Vrai (55)**
- Faux (3)

25. Donner une plante toxique pouvant se trouver dans l'ensilage
- **5 réponses justes**
  - 3 réponses fausses
26. L'ensilage est interdit en production AOP et AOC a cause
- Du risque de Listeria (8)
  - **Du risque de spores butyriques (50)**
27. Les spores de Clostridium butyricum sont un danger pour la santé humaine
- Vrai (43)
  - **Faux (14)**

#### **Bonus : Réglementation**

1. Les aliments pour animaux sont désignés par le terme
  - Food
  - **Feed**
2. Les déchets de table peuvent être donnés
  - Aux poules pondeuses
  - Aux porcs charcutiers
  - Aux poissons
  - **Aux animaux à fourrure**
3. Sont autorisés pour l'alimentation des carnivores domestiques
  - Les sous-produits de catégorie 1
  - Les sous-produits de catégorie 2
  - **Les sous-produits de catégorie 3**
4. Les emballages sont autorisés dans l'alimentation des animaux
  - Vrai
  - **Faux**
5. Cela pose des questions éthiques et environnementales
  - **Vrai**
  - Faux
6. Cultiver des OGM nécessite des autorisations préalables
  - **Vrai**
  - Faux
7. On peut cultiver des OGM en alimentation animale
  - Vrai
  - **Faux**
8. Les OGM sont autorisés à l'import en alimentation animale
  - **Vrai**
  - Faux

9. Un éleveur nourrir ses veaux avec un aliment à 0,8% d'OGM
  - Il doit mentionner que l'animal a été nourri aux OGM
  - Il doit mentionner que l'animal a été nourri sans OGM
  - Il doit attendre plus de 6 mois pour les faire abattre
  - **Il peut faire abattre ses animaux dans délai**
  
10. Le délai d'attente pour l'abattage d'un animal nourri aux OGM est de
  - 6 mois
  - **1 an**
  - Il n'y a pas de délai d'attente pour l'abattage

### Les fourrages secs

1. Les fourrages secs contiennent plus de
  - 65% de matière sèche (8)
  - 75% de matière sèche (19)
  - **85% de matière sèche (31)**
  - 95% de matière sèche (1)
  
2. Les pertes par lessivage représentent
  - 0 à 10% de matière sèche (15)
  - 10 à 20% de matière sèche (28)
  - 10 à 30% de matière sèche (12)
  - **0 à 20% de matière sèche (3)**
  
3. La respiration cellulaire s'arrête à partir de
  - 55% de matière sèche (7)
  - **65% de matière sèche (15)**
  - 75% de matière sèche (18)
  - 85% de matière sèche (14)
  
4. Les pertes mécaniques liées à la manipulation du foin dépendent beaucoup de l'espèce utilisée
  - **Vrai (44)**
  - Faux (13)
  
5. Elles sont plus importantes avec
  - Un foin de graminée (26)
  - **Un foin de trèfle (32)**
  
6. Un foin peut provoquer un échauffement pouvant brûler la grange à partir de
  - 15% d'humidité (17)
  - **25% d'humidité (28)**
  - 35% d'humidité (9)
  
7. Les fourrages secs ont une ingestibilité supérieure à l'herbe
  - Vrai (14)
  - **Faux (39)**

8. Le foin est souvent récolté au stade de :
- Montaison (6)
  - Epiaison (38)
  - **Floraison (10)**
  - Maturité (0)
9. Les foins de graminées sont plus riches en MAT et g de PDI / kg que les foins de luzerne
- Vrai (12)
  - **Faux (39)**
10. Les bons foins peuvent être utilisés chez les animaux à haut niveau de production sans complément de concentrés
- Vrai (12)
  - **Faux (40)**
11. Les foins moyens peuvent être suffisants pour certains types de productions
- **Vrai (47)**
  - Faux (6)
12. Les foins médiocres peuvent être utilisés comme paille
- **Vrai (50)**
  - Faux (5)
13. Les foins obtenus par ventilation en grange ont la même valeur alimentaire que des foins obtenus dans des conditions climatiques idéales
- **Vrai (11)**
  - Faux (43)
14. Une grande de taille moyenne coute environs
- 100 000€ (5)
  - 200 000€ (21)
  - 300 000€ (18)
  - **400 000€ (9)**
15. Quelles peuvent être les conséquences d'un excès de chauffage ?
- Formation d'un complexe de Maillard (36)
  - Perte en bêta-carotènes (0)
  - Production de poussière (2)
  - **Toutes ces réponses (15)**
16. Le conditionnement du fourrage déshydraté sous une forme condensée entraine une meilleure digestibilité
- Vrai (29)
  - **Faux (22)**
17. Les particules fines entraînent une
- Augmentation du temps de séjour dans le rumen (5)
  - **Diminution du temps de séjour dans le rumen (47)**

18. Avec l'utilisation de luzernes déshydratée, le profil des AGV évolue vert :

- Augmentation des AGV en C3, augmentation des AGV en C2 (7)
- **Augmentation des AGV en C3, diminution des AGV en C2 (20)**
- Diminution des AGV en C3, augmentation des AGV en C2 (24)
- Diminution des AGV en C3, diminution des AGV en C3 (1)

19. La luzerne déshydratée a une valeur alimentaire de

- **0,7 UFL (4)**
- 0,8 UFL (16)
- 0,9 UFL (21)
- 1 UFL (8)

20. Son rapport Ca/P est

- **Supérieur à 1 (27)**
- Inférieur à 1 (23)

21. Chez les vaches laitières, on favorise les formes de luzerne déshydratée avec

- **Fibres longues et plus de 20% de protéines brutes (29)**
- Fibres longues et moins de 20% de protéines brutes (12)
- Fibres courtes et plus de 20% de protéines brutes (5)
- Fibres courtes et moins de 20% de protéines brutes (0)

22. Chez le bovin à l'engraissement, on favorise les formes de luzerne déshydratée avec

- Fibres longues et plus de 20% de protéines brutes (12)
- Fibres longues et moins de 20% de protéines brutes (14)
- Fibres courtes et plus de 20% de protéines brutes (17)
- **Fibres courtes et moins de 20% de protéines brutes (4)**

23. La valeur alimentaire de la paille est quasi nulle

- **Vrai (49)**
- Faux (4)

24. Du fait de sa faible valeur alimentaire, la paille n'est pas utilisée en alimentation des ruminants

- Vrai (16)
- **Faux (37)**

### Les aliments pour animaux

1. Avec 26% de cellulose brute sur la matière sèche, le foin de graminée floraison est :

- Un aliment concentré sec (4)
- **Un fourrage sec (35)**
- Un fourrage humide (5)
- Un aliment concentré humide (1)

2. Avec 20% de cellulose brute sur la matière sèche et 30% de matière sèche sur la matière brute, l'ensilage de maïs plante entière est :

- Un aliment concentré sec (5)

- Un fourrage sec (1)
  - **Un fourrage humide (31)**
  - Un aliment concentré humide (10)
3. Avec 6,75% de cellulose brute sur la matière brute et 25% de matière sèche, l'ensilage de graminée est :
- Un aliment concentré sec (5)
  - Un fourrage sec (3)
  - **Un fourrage humide (26)**
  - Un aliment concentré humide (10)
4. Avec 34% de cellulose brute sur la matière sèche, le tourteau de coques de soja est :
- **Un aliment concentré sec (27)**
  - Un fourrage sec (2)
  - Un fourrage humide (3)
  - Un aliment concentré humide (10)
5. Racines, tubercules et fruits sont riches en :
- **Glucides (38)**
  - Lipides (3)
  - Protéines (3)
6. Les céréales sont des sources d'énergie riches en :
- **Glucides (26)**
  - Lipides (8)
  - Protéines (11)
7. Les graines oléagineuses sont sources de :
- Glucides (4)
  - **Lipides (30)**
  - Protéines (12)
8. Les graines protéagineuses et tourteaux sont sources de :
- Glucides (1)
  - Lipides (3)
  - **Protéines (42)**
9. Viandes, poissons et laitages sont sources de
- Glucides (0)
  - Lipides (5)
  - **Protéines (45)**
10. Les graisses animales sont sources de
- Glucides (2)
  - **Lipides (36)**
  - Protéines (8)

## Les lipides

1. Sur les acides gras insaturés, les hydrogènes sont situés du même côté de la double liaison en configuration :
  - **Cis (43)**
  - Trans (13)
  
2. Selon la nomenclature, l'acide palmitique C16:0 et l'acide stéarique C18 :0 sont :
  - **Des acides gras saturés (45)**
  - Des acides gras insaturés (9)
  - Des acides gras poly-insaturés (3)
  
3. Selon la nomenclature, l'acide linoléique C18 :2 n-6 est :
  - Un acide gras saturé (1)
  - Un acide gras insaturé (4)
  - **Un acide gras poly-insaturé (52)**
  
4. La première insaturation de l'acide arachidonique C20 :2 n-4 est située :
  - **Au 4<sup>ème</sup> carbone à partir de la terminaison méthyl (33)**
  - Au 4<sup>ème</sup> carbone à partir de la terminaison acide (25)
  
5. Les acides gras insaturés sont inhibiteurs de la flore ruminale
  - **Vrai (37)**
  - Faux (20)
  
6. La quantité de lipides dans l'alimentation des vaches laitières doit être de :
  - Moins de 3% (3)
  - **3 à 8% (31)**
  - 8 à 12% (18)
  - 12 à 20% (5)

### Les vitamines hydrosolubles

1. Il est facile de compléter les animaux en vitamine B à bas cout
  - **Vrai (27)**
  - Faux (25)
  
2. Il existe des mécanismes de stockage des vitamines B
  - Vrai (14)
  - **Faux (37)**
  
3. Les vitamines B1 (Thiamine), B2 (Riboflavine), B5 (Acide pantothénique), H (Biotine), PP (Niacine, acide nicotinique) sont impliquées dans le métabolisme :
  - **Energétique (34)**
  - Protéique et nucléique (26)
  
4. Les symptômes suivant : retard de croissance et peau noire kératinisée, sont signes d'une carence en :
  - Vitamine B1 (Thiamine) (17)
  - **Vitamine B2 (Riboflavine) (15)**



- Vitamine B3 (Acide folique) (20)
  - Vitamine B5 (Acide pantothénique) (6)
5. Les symptômes suivant : perte de poids, malnutrition, effets cardiaques (tachycardie ou bradycardie), troubles nerveux, perte d'appétit, sont signes d'une carence en :
- **Vitamine B1 (Thiamine) (22)**
  - Vitamine B5 (Acide pantothénique) (5)
  - Vitamine B6 (Pyridoxine) (11)
  - Vitamine B12 (Cobalamine) (17)
6. Une anémie hypochrome peut être signe d'une carence en :
- Vitamine B3 (Acide folique) (10)
  - **Vitamine B6 (Pyridoxine) (17)**
  - Biotine (20)
  - Choline (5)
7. Les carences en vitamine B12 sont fréquentes chez les ruminants
- Vrai (35)
  - **Faux (20)**
8. Elle peut être associée à un défaut d'apport en :
- Cuivre (9)
  - Zinc (12)
  - Fer (13)
  - **Cobalt (20)**
9. Elle peut être observée principalement chez des animaux ayant des
- **Forts besoins de croissance / production (40)**
  - Carences énergétiques (14)
10. L'animal le plus sensible à la carence en biotine est :
- La vache laitière (15)
  - La jument en lactation (16)
  - Le bovin à l'engraissement (8)
  - **Le poulain (17)**
11. Toutes les carences en vitamine B entraînent des troubles généraux et sont donc difficilement décelables
- **Vrai (39)**
  - Faux (15)

### La vitamine E

1. La vitamine E est une molécule
  - Hydrosoluble (18)
  - **Liposoluble (20)**
2. La vitamine E est très sensible à l'oxydation
  - Vrai (39)

- **Faux (15)**
- 3. La vitamine E est stockée
  - Dans les os (3)
  - Dans le foie (19)
  - **Dans le tissu adipeux (31)**
- 4. La vitamine E agit comme
  - Co-enzyme (10)
  - Précurseur du métabolisme protéique (11)
  - **Antioxydant (33)**
- 5. Une carence en vitamine E entraîne en phase subclinique
  - Mobilisation des réserves en vitamine E (6)
  - Diminution des teneurs sanguines en vitamine E (1)
  - Diminution des enzymes dépendantes au sélénium (9)
  - **Tous ces symptômes (33)**
- 6. Quel est l'apport conseillé en vitamine E chez le bovin adulte en mg/kg
  - 0 réponses justes
  - 2 réponses proches
  - 2 réponses fausses
- 7. On surdose de vitamine E chez les vaches tarées pour stimuler le transfert au veau par le colostrum
  - **Vrai (33)**
  - Faux (18)
- 8. La vitamine E présente une toxicité en cas de surdosage
  - Vrai (20)
  - **Faux (33)**
- 9. La teneur en vitamine E est la plus élevée dans
  - Les fourrages concentrés (7)
  - Les aliments conservés (14)
  - **Les fourrages verts (29)**

#### La vitamine K

1. La synthèse de vitamine K par les microorganismes du rumen et du colon et leur absorption suffisent à couvrir les besoins de l'animal
  - **Vrai (39)**
  - Faux (9)
2. Une carence en vitamine K entraîne
  - **Une diminution de la concentration sanguine en prothrombine (25)**
  - Une anémie non régénérative (25)
3. Quelle plante entraîne une carence en vitamine K

- Sénéçon de Jacob (15)
- Millepertuis (15)
- **Méililot (14)**
- Porcelle enracinée (6)

### Les oléo-protéagineux et tourteaux

1. Les tourteaux représentent généralement
  - 10% de la ration d'une vache laitière (16)
  - **20% de la ration d'une vache laitière (22)**
  - 30% de la ration d'une vache laitière (15)
  - 40% de la ration d'une vache laitière (4)
  
2. Les oléo-protéagineux ont un rendement à l'hectare de
  - 1 tonne (3)
  - **3 à 5 tonnes (36)**
  - 8 à 10 tonnes (12)
  - 12 tonnes (0)
  
3. Le rendement de production des graines oléo-protéagineuses
  - Est supérieur à celui des céréales (16)
  - Est égal à celui des céréales (2)
  - **Est inférieur à celui des céréales (33)**
  
4. Quel facteur influence peu la valeur énergétique des oléo-protéagineux
  - **La teneur en protéines (16)**
  - La forme de stockage de l'énergie (matières grasses ou glucides) (13)
  - La teneur en cellulose brute (21)
  
5. Les huiles ont une valeur énergétique de
  - 1 UFL (5)
  - 2 UFL (23)
  - **3 UFL (23)**
  - 4 UFL (1)
  
6. Le ... est riche en méthionine et pauvre en lysine
  - Pois (17)
  - Soja (20)
  - **Tournesol (18)**
  
7. Le pois peut être utilisé chez la vache laitière jusqu'à
  - 2 kg/jour (12)
  - 4 kg/jour (28)
  - **6 kg/jour (10)**
  - 10 kg/jour (0)
  
8. Le lupin peut être utilisé chez la vache laitière jusqu'à
  - 3 kg/jour (9)

- **5 kg/jour (26)**
  - 8 kg/jour (11)
  - 10 kg/jour (0)
9. Des facteurs antinutritionnels sont présents
- **Dans toutes les graines protéagineuses (24)**
  - Dans le soja (5)
  - Dans le lupin (9)
  - Dans le colza (10)
10. Les tanins sont présents
- Dans le soja (3)
  - **Dans la féverole (25)**
  - Dans le pois (4)
  - Dans le colza (14)
11. Les facteurs anti-trypsiques et les phytoœstrogènes sont présents
- Surtout dans le colza (14)
  - Surtout dans le pois (6)
  - Surtout dans la féverole (3)
  - **Surtout dans le soja (22)**
12. Graisses de coprah, palme et palmistes sont utilisés
- **En aliment d'allaitement pour les veaux de boucherie (11)**
  - Dans l'alimentation des vaches laitières (7)
  - Dans l'alimentation des porcs charcutiers (29)
13. Le tourteau de soja a une valeur énergétique de
- 0,6 UFL (3)
  - 0,8 UFL (10)
  - 0,9 UFL (17)
  - **1 UFL (17)**
14. La valeur protéique du tourteau de soja est de
- 10 à 20% de PB (2)
  - 20 à 30% de PB (13)
  - 30 à 40% de PB (19)
  - **40 à 50% de PB (13)**
15. La valeur alimentaire des tourteaux gras est variable
- **Vrai (41)**
  - Faux (6)

#### **La digestion des glucides par les ruminants**

1. Chez un bovin adulte, le rumen a un volume de
  - 100 L (2)
  - 150 L (14)
  - **200 L (33)**

- 250 L (6)
2. Chez un bovin adulte, le rumen a un volume utile de
    - **100 L (26)**
    - 150 L (24)
    - 200 L (1)
    - 250 L (6)
  3. L'écosystème ruminal est
    - Aérobie (4)
    - **Anaérobie (55)**
  4. Le pH ruminal a une influence sur la population bactérienne du rumen
    - **Vrai (58)**
    - Faux (0)
  5. Le pH ruminal
    - Diminue avec la production de NH<sub>3</sub>, augmente avec la production d'AGV (21)
    - **Augmente avec la production de NH<sub>3</sub>, diminue avec la production d'AGV (36)**
  6. Les bactéries fibrolytiques préfèrent un pH
    - **Supérieur à 6,2 (30)**
    - Inférieur à 6,2 (26)
  7. L'animal peut modifier la vitesse d'absorption des AGV et du NH<sub>3</sub> en fonction du pH
    - **Vrai (46)**
    - Faux (10)
  8. Un bovin adulte produit en moyenne chaque jour
    - 0 à 5 L de salive (0)
    - 5 à 10 L de salive (4)
    - **10 à 15 L de salive (19)**
    - 15 à 20 L de salive (34)
  9. La régulation du contenu du rumen se fait en fonction
    - **Du volume du contenu ruminal (44)**
    - De l'énergie présente dans le contenu ruminal (12)
  10. Classer les microorganismes du rumen du plus au moins important quantitativement : 1 – Protozoaire, 2 – Champignons, 3 – Bactéries fibrolytiques et amylolytiques
    - 24 réponses justes
    - 7 Réponses fausses
  11. Les bactéries fibrolytiques ont pour rôle de
    - **Digérer les fibres et les glucides pariétaux (53)**
    - Digérer l'amidon (0)
    - Digérer la lignine (2)
    - Réguler la flore ruminale (0)

12. Les bactéries amylolytiques ont pour rôle de
  - Digérer les fibres et les glucides pariétaux (0)
  - Digérer la lignine (0)
  - Réguler la flore ruminale (0)
  - **Digérer l'amidon (55)**
  
13. Les protozoaires ont pour rôle de
  - Digérer les fibres et les glucides pariétaux (0)
  - Digérer l'amidon (0)
  - Digérer la lignine (4)
  - **Réguler la flore ruminale (52)**
  
14. La digestion de la lignine par les champignons
  - Est efficace et permet de valoriser la lignine (4)
  - **Est lente et n'aboutie par avant la vidange du rumen (53)**
  
15. Sur combien de temps réalises vous la transition alimentaire chez les bovins du fait de la fragilité de l'équilibre de la flore ruminale
  - **22 réponses justes**
  - 4 réponses fausses

#### Les fourrages verts

1. En France, les prairies sont majoritairement :
  - **Des prairies permanentes (52)**
  - Des prairies temporaires (14)
  - Des prairies artificielles (3)
  
2. Les prairies permanentes sont des prairies naturelles
  - Vrai (45)
  - **Faux (25)**
  
3. Le stade de récolte des prairies temporaires est plus difficile à gérer lorsqu'on a plusieurs espèces végétales
  - **Vrai (65)**
  - Faux (5)
  
4. Fromental, agrostys, agropyron, vulptin des prés et houlque laineuse ont une valeur alimentaire médiocre
  - Vrai (36)
  - **Faux (35)**
  
5. Brome mou, brome stérile, folle avoine et orge des rats sont des plantes nuisibles
  - **Vrai (43)**
  - Faux (28)
  
6. Les légumineuses dominantes sont cultivées en :
  - **Prairie artificielle (45)**

- Prairie temporaire (21)
  - Prairie permanente (4)
7. Ordonner les stades végétatifs de l'herbe : 1 – Montaison, 2 – Floraison, 3 – Feuillu, 4 – Maturité, 5 – Epiaison
- 15 réponses justes
  - 9 réponses fausses
8. La coupe des plantes au-dessus de l'apex entraîne une repousse de :
- **Tige (48)**
  - Feuille (20)
9. Une coupe basse de l'herbe entraîne un épuisement du sol
- **Vrai (50)**
  - Faux (15)
10. Globalement, on respecte une période de ... entre 2 coupes :
- 3-4 semaines (11)
  - 4-5 semaines (25)
  - **5-6 semaines (29)**
  - 7-8 semaines (4)
11. Au cours de la pousse, la quantité de matière sèche augmente
- **Vrai (58)**
  - Faux (11)
12. Au cours de la pousse, la proportion feuille / tige augmente
- Vrai (24)
  - **Faux (48)**
13. Au cours du cycle, il y a enrichissement de l'herbe en :
- Glucides cytoplasmiques (1)
  - **Cellulose brute et lignine (68)**
  - Matière azotée totale (3)
  - Lipides (0)
14. Au cours du cycle, il y a appauvrissement de l'herbe en :
- Glucides cytoplasmiques (45)
  - Cellulose brute et lignine (0)
  - **Matière azotée totale et lipides (28)**
15. La fertilisation du sol en azote favorise :
- **Les graminées (28)**
  - Les légumineuses (34)
16. La digestibilité des graminées est plus élevée que celle des légumineuses aux stades :
- **Jeunes (56)**
  - Âgés (16)

17. La capacité d'ingestion des ruminants est meilleure :
- **Pour l'herbe jeune (55)**
  - Pour l'herbe âgée (16)
18. La capacité d'ingestion des chevaux diminue avec la digestibilité de l'herbe
- Vrai (36)
  - **Faux (34)**
19. Les bovins sont mis en pâture lorsque l'herbe est au stade
- Feuillu (14)
  - **Montaison (36)**
  - Epiaison (17)
  - Floraison (3)
20. La fauche du foin et de l'ensilage est réalisée au stage :
- Feuillu (0)
  - Montaison (7)
  - **Epiaison (55)**
  - Floraison (6)
21. Le système de pâturage classique présente des risques de :
- Sous pâturage (1)
  - Sur pâturage (23)
  - **Sous pâturage et sur pâturage (41)**
  - Aucun des deux (1)
22. Les inconvénients du système classique sont :
- Nécessite une main d'œuvre présente (6)
  - Perte d'appétence et risque d'ingestion de plantes toxiques (18)
  - Nécessite beaucoup de clôtures et de systèmes d'abreuvement (12)
  - **Appauvrissement de la valeur alimentaire de la prairie (29)**
23. Les avantages du système classique sont :
- Limite les piétinements (6)
  - Peu de main d'œuvre (33)
  - Synchronisation des stades végétatifs au passage des animaux (7)
  - **Réduction des pertes, meilleure gestion des quantités (20)**
24. Avec un système tournant, on a besoin de :
- 8 parcelles (15)
  - 10 parcelles (20)
  - **12 parcelles (28)**
  - 15 parcelles (4)
25. Les avantages du système tournant sont :
- Limite les piétinements (34)
  - Peu de main d'œuvre (1)



- **Synchronisation des stades végétatifs au passage des animaux (15)**
  - Réduction des pertes, meilleure gestion des quantités (16)
26. La production d'acides gras volatils en C2 est plus favorable pour :
- **La production laitière (56)**
  - L'engraissement (10)
27. Le pâturage présente en général plus de risques que la stabulation
- **Vrai (35)**
  - Faux (30)

### Les céréales

1. Classer ces céréales à paille du meilleur rendement au moins bon : 1- Orge, 2 – Blé, 3 – Avoine, 4 – Triticale
  - **2 réponses justes**
  - 15 réponses fausses
2. La conservation des céréales est toujours spontanée
  - Vrai (8)
  - **Faux (48)**
3. Les grains se conservent spontanément en dessous de
  - 10% d'humidité (11)
  - **15% d'humidité (34)**
  - 20% d'humidité (11)
  - 25% d'humidité (1)
4. La densité des céréales est de :
  - 1 à 1,2 (13)
  - 0,8 à 1 (19)
  - **0,5 à 0,7 (14)**
  - 1,2 à 1,4 (5)
5. La présence de grains anormaux et de parasites est généralement problématique
  - Vrai (42)
  - **Faux (16)**
6. Les céréales contiennent :
  - 30 à 40% d'amidon (6)
  - **50 à 65% d'amidon (28)**
  - 40 à 50% d'amidon (6)
  - 60 à 70% d'amidon (16)
7. Les céréales contiennent
  - 5 à 10% de protéines (13)
  - **8 à 11% de protéines (24)**
  - 12 à 15% de protéines (12)
  - 15 à 20% de protéines (6)

8. Les céréales ont un rapport Ca/P
- **Inférieur à 1 (41)**
  - Supérieur à 1 (14)
9. Quelle vitamine B n'est pas présente dans les céréales ?
- **12 réponses justes**
  - 1 réponse fausse
10. Quelles céréales contiennent des Béta-Glycanes ?
- Sorgho et maïs (28)
  - **Orge et avoine (16)**
  - Blé tendre et blé dur (10)
11. Le traitement thermique des céréales entraîne des risques d'acidose chez les ruminants
- **Vrai (41)**
  - Faux (14)
12. Il existe des palliatifs enzymatiques pour favoriser la digestion des céréales
- **Vrai (49)**
  - Faux (5)
13. Quelle affection chez le cheval peut être causée par une ration trop riche en céréales ?
- **21 réponses justes**
  - 5 réponses fausses
14. Les céréales sont globalement :
- Riches en lysine et en méthionine (9)
  - Pauvres en lysine et en méthionine (15)
  - Riches en lysine et pauvres en méthionine (16)
  - **Pauvres en lysine et riches en méthionine (16)**
15. Quelle association permet de couvrir les besoins en lysine et en méthionine ?
- **10 réponses justes**
  - 3 réponses fausses







Charlotte BOURGEOIS

## **Réalisation d'un *Serious Game* pour l'apprentissage de la nutrition animale par les étudiants vétérinaires de A2**

### RESUME

L'apprentissage de la médecine vétérinaire requiert l'assimilation d'une importante quantité de connaissance en quelques années. Pour faciliter cet apprentissage, l'intérêt pour l'utilisation des jeux-vidéos dans l'enseignement est aujourd'hui grandissante bien que marginale en médecine vétérinaire. L'objectif de cette thèse était donc de réaliser un *Serious Game* à destination des étudiants de deuxième année pour les aider dans l'apprentissage de la bromatologie et de la nutrition des animaux, en particulier des ruminants

Après analyse des méthodes d'enseignement utilisées à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse et des théories de l'apprentissage, un jeu de quiz comprenant 500 questions abordant l'ensemble des thématiques de la discipline a été conçu. Une version d'essais a également été proposée aux étudiants avant leurs examens de fin d'année.

MOTS CLES : *Serious Game*, Bromatologie, Nutrition animale, Nutrition des bovins, *Gamification*, enseignement actif, théories de l'apprentissage, enseignement

## **Development of a *Serious Game* for the learning of animal nutrition by veterinary students of A2**

### ABSTRACT

Learning veterinary medicine requires the assimilation of a large amount of knowledge in a few years. To facilitate this learning, the interest for the use of video games in teaching is nowadays growing although marginal in veterinary medicine. The objective of this thesis was to create a *Serious Game* for second year students to help them learn bromatology and animal nutrition, especially for ruminants

After analyzing the teaching methods used at the National Veterinary School of Toulouse and the learning theories, a quiz game including 500 questions addressing all the themes of the discipline was designed. A test version was also proposed to the students before their end-of-year exams.

KEYWORDS : *Serious Game*, Bromatology, Animal nutrition, Cattle nutrition, *Gamification*, active teaching, learning theories, teaching