

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Democratic and popular Republic of Algeria
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire.Rabie Bouchama
Higher National Veterinary School.Rabie Bouchama

المدرسة الوطنية العليا لبيطرة

N° d'ordre : 007

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur en Science vétérinaire

THÈME

Élaboration d'un outil pédagogique informatique pour l'inspection
post-mortem

Présenté par : Mlle.BENGHEZEL Houda.

Soutenu publiquement le : Lundi 01 juillet 2024 devant le jury :

Madame BOUAYAD L	Professeure	Présidente
Madame MATALLAH A.M	MCB (ENSV)	Promotrice
Madame Ferhat L	MCB (ENSV)	Examinatrice

Année universitaire : 2023-2024

Déclaration sur l'honneur

Je soussignée, BENGHEZEL Houda, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris sur internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'BENGHEZEL Houda', written in a cursive style.

Remerciement

À Madame BOUAYAD Leila,

professeure à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse. Nos hommages respectueux.

À Madame FERHAT Lila,

Maître de conférence B à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger pour nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail.

Respectueux remerciements.

À Madame MATALLAH Asmaa Manel,

Maître de Conférence B à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger

Pour avoir accepté ce sujet, pour votre disponibilité, votre bienveillance et vos précieux conseils, Recevez ma plus grande et respectueuse gratitude.

Dédicace

A ma famille, à toi Maman pour ce soutien ô combien indéfectible ! (*Love you to the moon and back*)

Nassima, Karim, ne pas vous citer serait une ineptie !

Et bien sûr, je n'oublie pas l'excellent Hadrien Moulherat, ingénieur en informatique d'exception sans qui cette graine d'idée n'aurait jamais germé.

Enfin, un grand merci à Madame la Professeure Sonia BESSALEM Directrice de l'ENSV Alger et au Docteur Baroudi Djamel, d'avoir cru en mon projet, et de m'avoir permis de réaliser mon vœu le plus précieux soigner les animaux.

Sommaire :

Introduction:	1
I. L'inspection sanitaire aux abattoirs :	2
I.1 Missions du vétérinaire inspecteur :	2
I.2. Définition de l'abattoir :	2
I.2.1 Les différents types d'abattoirs :	3
I.2.2 Conception d'un abattoir :	4
I.2.3 Agrément d'un abattoir :	8
I.2.4 Aménagement d'un abattoir:	8
I.3 But de l'inspection :	8
I.3.1 Différents stades d'inspection :	9
I.4. Décision de l'inspecteur vétérinaire :	18
I.4.1 Consigne :	18
I.4.2 Estampillage sanitaire :	19
I.4.3 saisie:	20
II. Maladies à recherche obligatoire chez le bovin :	21
II.1. Tuberculose :	21
II.2. Cystisercos:	25
II.3. Distomatose ou fasciolose :	27

II.4. Strongylose respiratoire ou dictyocaulose :	29
III. Serious game (jeu sérieux) :	32
III.3. Définition et objectifs du serious game:	32
Partie pratique:	33
I.Objectif :	33
II. Matériels et méthodes :	33
II.1 Matériels :	33
II.2 Méthodes :	34
III.Résultats :	62
IV. Discussion :	65
V. Conclusion :	67
VI. Perspective et ouverture :	68

Liste des figures :

Figure 1 : Estampille-rouleau (LELERCQ, 1973)	19
Figure 2 : Cycle de l'agent responsable de la cysticerose (DOXON, 2018)	25
Figure 3 : Cycle de vie de <i>Fasciola hepatica</i> (CDC, 2019)	28
Figure 4 : Cycle évolutif du dictyocaulé (MSD Animal Health, 2024)	30
Figure 5 : Mise en évidence de <i>Dictyocaulus viviparus</i> dans la trachée de bovin (MOLINA <i>et al.</i> , 2015)	31
Figure 6 : Inspection de la tête (OSAV, 2014)	35
Figure 7 : Inspection des NL du poumon (COULANGE, 2020)	35
Figure 8 : Inspection des NL du tractus digestif (photo personnelle)	36
Figure 9 : Inspection des NL du foie (OSAV, 2014)	37
Figure 10 : Fiche synthétique de la tuberculose (Photo personnelle)	38
Figure 11 : ladrerie banale, (ASADIA, 2019)	39
Figure 12 : (ASADIA, 2018)	39
Figure 13 : Fiche synthétique de la cysticerose (Photo personnelle)	40
Figure 14 : Technique d'incision du foie à la recherche de la fasciolose (De Magnien de Magnienville, 2018)	41
Figure 15 : Fiche synthétique de la fasciolose (Photo personnelle)	42
Figure 16 : Technique d'incision des poumons et de la trachée (BENSID, 2018)	44
Figure 17 : Fiche synthétique de la strongylose respiratoire (Photo personnelle)	45
Figure 18 : Illustration du quiz (Photo personnelle)	48
Figure 19 : Illustration des réponses du quiz (Photo personnelle)	48
Figure 20 : Présentation des plans de l'abattoir constituant le jeu conçu sur AutoCAD (Photo personnelle)	50
Figure 21 : Représentation de l'abattoir sur le moteur de jeu multiplateforme Unreal Engine 5 (Photo personnelle)	51
Figure 22 : représentation des étapes de la modélisation 3D sur Blender de la carcasse à partir de croquis (Photo personnelle)	53
Figure 23 : Conception sur MetaHuman Creator du personnage inspecteur vétérinaire (Dr.Jassy) (Photo personnelle)	55
Figure 24 : intégration du personnage dans le jeu (Photo personnelle)	56

Figure 25 : Présentations de l'interface du jeu (Photo personnelle)	57
Figure 26 : Présentation de l'interface du jeu lors de l'inspection des carcasses (Photo personnelle)	58
Figure 27 : Présentation de l'interface du jeu lors de l'inspection du poumon (Photo personnelle)	58
Figure 28 : Représentation d'un mise en situation d'inspection (Photo personnelle)	59
Figure 29 : Questionnaire présenté pour évaluer la pertinence de l'outil (Photo personnelle)	60
Figure 30 : Figure 29 : Questionnaire présenté pour évaluer la pertinence de l'outil (Photo personnelle)	61
Figure 31 : Résultats des réponses des étudiants (Photo personnelle)	63
Figure 32 : Résultats de l'évaluation du jeu par les étudiants (Photo personnelle)	65

Liste des abréviations :

BEA : Bien-être animal

CDC : Centers for Diseases Control and prevention

DGAL : Direction générale de l'alimentation

ENSV : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire

FAO : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

IAM : Inspection ante-mortem

IPM : Inspection post-mortem.

NL : Noeud lymphatique

OABA : oeuvre d'assistance aux bêtes d'abattoirs

OIE : ex-Organisation International des Épizooties. Aujourd'hui Organisation Mondial de la Santé Animale

OSAV : Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires

QCM : Questionnaire à Choix Multiples

UE : Union Européenne

Introduction

Introduction:

Les risques alimentaires liés à la viande ont toujours préoccupé les autorités, quels que soient les régimes politiques, depuis les temps anciens. Bien avant la découverte des maladies infectieuses au XIXe siècle, des règlements fondés sur des connaissances empiriques encadraient la boucherie, de l'abattage des animaux à la commercialisation de la viande (VITAUX.J *et al*, 2015). À l'heure de la mondialisation, assurer la salubrité et l'innocuité des denrées alimentaires est devenu un enjeu crucial pour tous les pays (OIE, 2015). L'abattoir, au cœur du processus de production de viande, joue un rôle central. Les missions du vétérinaire inspecteur y sont majeures : il garantit la sécurité alimentaire, la salubrité des aliments et la protection animale. Le vétérinaire inspecteur doit être capable d'identifier diverses anomalies nécessitant le retrait des carcasses ou de leurs parties (Règlement (CE) n°178/2002 ou « Food Law » du 28/01/2002).

Il est donc primordial que les étudiants, au cours de leur formation, puissent reconnaître et identifier les différentes anomalies et affections. Notre projet vise à mettre en place un jeu pédagogique, ou "serious game", pour aider les étudiants à assimiler les rudiments de l'inspection et ses méthodes.

Ce jeu s'adresse également aux vétérinaires inspecteurs souhaitant se tenir informés des nouvelles méthodes ou perfectionner leur formation.

Cet apprentissage immersif permettra d'améliorer la qualité des inspections vétérinaires dans le domaine de la sécurité alimentaire. De la fourche à la fourchette, l'inspecteur vétérinaire veille au respect des normes réglementaires, depuis l'arrivée des animaux jusqu'à la production de viandes et sous-produits d'origine animale. Dans une première partie, nous décrirons l'organisation d'un abattoir et mettrons en lumière le rôle central de l'inspecteur vétérinaire, notamment lors des examens post-mortem. Dans une seconde partie, nous présenterons les étapes de la conception du serious game, en définissant le matériel et les mécanismes de jeu utilisés, ainsi que les fiches, les quiz et les retours des étudiants.

Partie bibliographique

Partie bibliographique

I. L'inspection sanitaire aux abattoirs :

I.1 Missions du vétérinaire inspecteur :

Selon l'arrêté interministériel du 1 août 1984, du Journal officiel de la République algérienne N°38; les inspecteurs vétérinaires sont chargés de l'inspection ante-mortem et post mortem, l'inspection

des lieux d'abattage , de la transformation, des manipulations et de stockage des viandes, y compris les entrepôts frigorifiques conservant les produits animaux et d'origine animale situés en dehors des abattoirs, le contrôle de l'hygiène de l'abattage et le contrôle de la désinfection des moyens de transport de la viande.

L'article 10 de l'arrêté précédant stipule que les contrôles des vétérinaires inspecteurs donnent lieu à des comptes rendus périodiques adressés au Wali. Dans tous les cas où la santé publique est menacée, le vétérinaire inspecteur adressera à l'exploitant de l'établissement en cause, un avis de mise en demeure pour se conformer aux règles d'hygiène et de salubrité explicitement détaillées.

Le vétérinaire inspecteur est garant de la salubrité des denrées alimentaires, la santé animale et le respect des normes réglementaires, contribuant ainsi à la protection de la santé publique. (Règlement (CE) n°178/2002 ou « Food Law » du 28/01/2002).

I.2. Définition de l'abattoir :

Désigne tout établissement, ou locaux, utilisés pour l'abattage d'animaux en vue d'obtenir des denrées destinées à la consommation et agréé par les Services vétérinaires ou toute autre Autorité compétente à cet effet, y compris les installations destinées à l'acheminement ou à la stabulation des animaux (OIE,2011).

Partie bibliographique

En outre, les abattoirs modernes vont au-delà de simples outils de transformation. Ils sont à la fois des entités techniques, économiques et commerciales, réglementées dans leur position sur le marché de la viande (SOLTNER, 1979).

Les abattoirs ne sont pas seulement des lieux de transformation de la viande, mais également des acteurs complexes et régulés dans le secteur agroalimentaire. Leur fonctionnement implique des aspects techniques pour assurer la qualité des produits, des considérations économiques dans le cadre de la production et de la commercialisation de la viande, et des réglementations strictes pour garantir la sécurité alimentaire, le bien-être animal et d'autres normes de qualité (CE) n°1099/2009.

I.2.1 Les différents types d'abattoirs :

En Algérie, les abattoirs peuvent être classifiés en fonction de différents critères, tels que leur taille, leur capacité de production, leur équipement, leur spécialisation.

On peut citer :

1. Abattoirs communaux (publics) : Un établissement local dont l'objectif est de garantir l'approvisionnement en viande pour une communauté urbaine plus ou moins importante. (DEBROT et COSTANTIN, 1968).

2. Abattoirs privés : Ce sont des établissements appartenant à des particuliers (MARTEL, 1906).

3. Turies: Désigne tout emplacement désigné par les autorités locales pour l'abattage des animaux de boucherie. (Anonyme 02, 1996).

4. Abattoirs industriels: Correspondent à des tentatives d'industrialisation des métiers de la viande qui, contrairement aux tueries, vise à dépasser le simple stade d'abattage en transformant la viande et le 5e quartier, via l'introduction de machines et de technologies pour automatiser les processus d'abattage (CRAPELET, 1966).

Partie bibliographique

I.2.2 Conception d'un abattoir :

Il est essentiel pour construire un abattoir d'impliquer des architectes, des vétérinaires, des hygiénistes et d'autres experts qui ont l'expérience pour une production hygiénique des viandes. Les vétérinaires devraient fournir des conseils professionnels englobant les principes de la production, d'emplacement et d'agencement des locaux et des équipements pour limiter les risques de contaminations. Ces principes permettent d'éviter le croisement et le chevauchement entre animaux vivants et viandes et entre viandes et sous-produits ou déchets ; ils permettent aussi le respect de la séparation des secteurs souillés et des secteurs sains, ainsi que la marche en avant, les animaux devant suivre un chemin continu et distinct, sans possibilités de retour en arrière, c'est-à-dire il faut aller du plus pollué vers le moins pollué. (BEN-SID,2018)

Il est important de prendre en considération des caractéristiques telles que :

- **L'emplacement :**

Le choix de l'emplacement d'un abattoir est un processus complexe, dicté par plusieurs impératifs :

- Localisation hors des zones urbaines pour éviter les nuisances olfactives, en prenant en compte la direction des vents pour prévenir la propagation des odeurs vers les habitations. Toutefois, l'emplacement ne doit pas être trop éloigné pour limiter les déplacements des travailleurs et réduire les coûts de transport des produits.
- Éloignement des sources de pollution, de poussière et des habitats d'insectes, de rongeurs ou d'autres nuisibles afin de garantir l'intégrité sanitaire de la viande.
- Préservation de l'environnement en évitant toute contamination due aux activités de l'abattoir.
- Accessibilité aux infrastructures routières, aux lignes électriques et aux réseaux d'eau pour faciliter les opérations logistiques.

Partie bibliographique

- Préviation d'un espace suffisant pour permettre l'extension des installations à l'avenir, si nécessaire.(FAO,1994)

- **La superficie :**

La superficie d'un abattoir est proportionnelle à sa capacité d'abattage. Les tailles typiques sont :

50-100 ares pour les petits abattoirs (>30 000 têtes/an), 100-200 ares pour les moyens (>50 000 têtes/an) et 200-300 ares pour les grands (>100 000 têtes/an). (FAO, 1985)

L'infrastructure :

- Des quais surélevés à 80 cm pour décharger les animaux en toute sécurité, avec des locaux de stabulation équipés d'abreuvoirs et de mangeoires, séparés des locaux d'abattage par un sas.
- Des espaces dédiés à l'isolement des animaux malades.
- Des zones distinctes pour la saignée, l'éviscération, le lavage des estomacs et des intestins, ainsi que pour le stockage des cuirs, cornes et onglons.
- Des chambres frigorifiques pour refroidir les carcasses et les abats, une salle de découpe, un poste de pesée, et des locaux sécurisés pour le stockage des viandes.
- Des installations sanitaires et des vestiaires pour le personnel, avec des dispositifs de nettoyage et de désinfection pour les moyens de transport et le matériel.
- Un laboratoire pour les analyses microbiologiques et biochimiques, ainsi qu'une station de traitement des eaux résiduaires.
- Une attention particulière est portée à l'orientation des locaux pour éviter la propagation des odeurs indésirables (FAO, 1985).

Partie bibliographique

- **Conception des locaux :**

Les locaux d'abattage et de traitement des viandes doivent répondre à des normes strictes d'hygiène et de sécurité :

- Les sols doivent être lisses, antidérapants, imperméables et inclinés pour faciliter l'écoulement des liquides vers des points de captage.
- Les murs doivent être enduits d'un revêtement lisse et imperméable jusqu'à une certaine hauteur pour faciliter le nettoyage.
- Les portes, fenêtres et ouvertures doivent également être recouvertes de matériaux faciles à nettoyer.
- Une séparation claire entre les zones propres et souillées est nécessaire pour éviter toute contamination croisée.
- Un système de ventilation adéquat est indispensable pour maintenir une température optimale et évacuer les vapeurs.
- Un éclairage suffisant, naturel ou artificiel, est requis pour assurer des conditions de travail sûres.
- Les plafonds doivent être faciles à nettoyer et entretenir.
- Des lave-mains en nombre suffisant, équipés d'eau chaude et froide ainsi que de distributeurs de savon désinfectant, doivent être disponibles près des postes de travail.
- Des postes d'eau potable sous pression doivent être installés pour faciliter le nettoyage au jet (FAO,1994).

Partie bibliographique

- **Equipement :**

L'abattoir doit être équipé des éléments suivants :

- Un réseau de rails aériens pour le transport des carcasses et des abats, avec des hauteurs spécifiques selon les types d'animaux abattus et des distances adéquates par rapport aux équipements et aux murs pour éviter les contacts indésirables. Les espaces entre les carcasses sur les rails doivent être maintenus à un minimum pour assurer une ventilation optimale.
- Des dispositifs de travail et des machines fabriqués à partir de matériaux résistants à la corrosion, non contaminants et faciles à nettoyer, avec des outils spécifiques tels que des bacs pour les viscères, des couteaux, des crochets et des tables d'inspection sanitaire.
- Des récipients spéciaux étanches pour recevoir les viandes non destinées à la consommation humaine.
- Une installation d'approvisionnement en eau potable, froide et chaude, avec un volume spécifique d'eau nécessaire par tonne de carcasses bovines habillées.
- Un système d'évacuation des déchets solides et un incinérateur pour la destruction des viandes saisies.
- Des stérilisateurs pour la désinfection des outils, avec une température minimale de l'eau spécifiée.(82 °C)
- Des dispositifs de protection contre les nuisibles tels que les insectes et les rongeurs (BERGH, 2007).

Partie bibliographique

I.2.3 Agrément d'un abattoir :

Les abattoirs et les ateliers sont agréés par les services de l'inspection vétérinaire de wilaya.

L'agrément donne lieu à l'attribution d'un numéro composé de cinq chiffres, avec:

- Les deux premiers chiffres représentent le numéro minéralogique de la wilaya. - Le troisième chiffre représente :

- Le 1 pour les abattoirs.
- Le 2 pour les tueries.
- Le 7 pour les ateliers de découpe.

- Les deux derniers chiffres étant le numéro de série de la même catégorie d'établissement dans la même wilaya (ANONYME 02, 1996).

I.2.4 Aménagement d'un abattoir:

Selon le Décret exécutif n° 04-82 du 18 mars 2004 du JORA N° 17 du 21/03/2004, les abattoirs doivent comporter :

- . Secteur des animaux vivants.
- . Secteur des viandes et abats rouges.
- . Secteur des abats blancs et issus .
- . Secteur sanitaire
- . Secteur administratif et technique

I.3 But de l'inspection :

L'inspection sanitaire permet de :

- Protéger la santé publique par le retrait de la consommation des produits dangereux ;
- Protéger la santé du bétail grâce au dépistage à l'abattoir des maladies contagieuses qui sévissent dans les régions d'où proviennent les animaux examinés ;

Partie bibliographique

- Assurer la loyauté du commerce en retirant de la vente les produits, qui, sans être dangereux, ont une valeur alimentaire tellement faible qu'ils ne correspondent plus à la définition d'un aliment, ni par conséquent à leur prix de vente (LECLERCQ, 1973) .

I.3.1 Différents stades d'inspection :

L'inspection sanitaire des viandes comprend trois phases distinctes : une inspection ante-mortem de l'animal vivant avant l'abattage, une surveillance des opérations d'abattage-habillage et une inspection post-mortem de la carcasse après l'abattage.

I.3.1.1 Inspections Ante-Mortem (IAM) :

L'inspection ante mortem est une étape cruciale dans le processus d'abattage des animaux. Il s'agit d'un examen sanitaire réalisé avant l'abattage proprement dit, visant à détecter les animaux atteints de maladies, de lésions ou présentant des signes pathologiques. (FAO,2006).

L'objectif principal de cette inspection est d'éliminer de la chaîne d'abattage les animaux présentant des risques pour la santé publique ou pour la sécurité alimentaire, tout en protégeant les manipulateurs et les travailleurs de l'abattoir.

Les animaux identifiés comme étant inaptes à la consommation sont généralement dirigés vers un traitement approprié (en cas de doute sur la santé d'un animal, celui-ci doit être retenu dans des installations spéciales pour une inspection plus approfondie, des tests de diagnostic et éventuellement des traitements supplémentaires, si cela est jugé nécessaire par la personne compétente responsable de l'inspection ante-mortem), ou éliminés conformément aux réglementations sanitaires en vigueur.

En résumé, l'inspection ante-mortem joue un rôle essentiel dans la garantie de la sécurité sanitaire des produits alimentaires d'origine animale en identifiant et en éliminant les animaux présentant des risques pour la santé publique et la sécurité alimentaire dès le début du processus d'abattage (FAO, 2006).

Partie bibliographique

A-Techniques de réalisation de l'IAM :

Tous les animaux doivent être soumis à l'inspection ante mortem le jour de leur arrivée à l'abattoir.

Cet examen doit être renouvelé immédiatement avant l'abattage si l'animal est resté plus de 24 heures en stabulation.

L'inspection ante-mortem réalisée sous l'autorité du vétérinaire officiel de l'abattoir, consiste en un examen général de l'état de santé de l'animal. Elle est obligatoire avant l'abattage des animaux et vise à s'assurer de la bonne identification des animaux, de leur état de santé ainsi que du respect des dispositions relatives à la réglementation en matière de protection animale (INTERBEV, 2012).

Le contrôle ante mortem doit être effectué dans un endroit suffisamment éclairé pour pouvoir contrôler les principales fonctions corporelles (température, respiration, circulation, peau et muqueuse, membres) ou pour pouvoir examiner plus en détail des blessures ou des troubles du comportement (OVF, 2006).

Aussi, l'Article 2 du Décret exécutif Algérien n°91-514 du 22 décembre 1991 relatif aux animaux interdits à l'abattage, indique qu'il est interdit à l'abattage :

- Les femelles en état de gestation, notamment celles des espèces ovine, bovine, caprine, équine et cameline.
- Les mâles de tout âge, des espèces ovines, bovine, caprine, équine et cameline utilisés comme géniteurs .
- Les femelles bovines de race améliorée de moins de 8 ans.
- Les femelles ovines et bovines de race locale âgées de moins de 5 ans.
- Les bovins âgés de moins de 6 mois.
- Les mâles équins âgés de moins de 15 ans.
- Les femelles équines et camelines âgées de moins de 15 ans.
- Les mâles camelins âgés de moins de 5 ans.

Partie bibliographique

I.3.1.2 Inspections Post Mortem (IPM) :

Lors de l'inspection post mortem, le vétérinaire inspecteur examine les carcasses et les abats après l'abattage pour détecter tout signe de maladie ou d'anomalie qui pourrait compromettre la sécurité alimentaire. (FAO, 1994)

Cette inspection permet de détecter des dangers visibles mais aussi invisibles sur la carcasse et les abats en procédant à un examen visuel et une palpation associée aux incisions obligatoires. (FAO, 2013)

A-Techniques de réalisation de l'IPM:

a- Inspection des abats et issues :

L'inspection post mortem des abats s'organise selon 4 temps :

- Inspection visuelle,
- Palpation,
- Incision,
- Inspection des nœuds lymphatiques. (Règlement CE N° 854/2004),

D'après BENSID (2018), l'inspection du cinquième quartier se fait de la façon suivante :

-Tête

- Un examen visuel des surfaces extérieures de la tête, des lèvres, des muqueuses, des yeux et des gencives, ce qui permet, de rechercher les lésions dues à l'actinobacillose, à l'actinomycose, à l'ictère, à l'anémie, ou à la fièvre aphteuse.
- Incision et examen des ganglions lymphatiques mandibulaires (sous maxillaires), parotidiens, rétro pharyngiens latéraux et médiaux pour rechercher les lésions dues à l'actinobacillose, à la tuberculose, et aux abcès...etc.

Partie bibliographique

- Six incisions pour rechercher la cysticerose bovine, (deux incisions parallèles à la mandibule dans chaque masséter externe en partant du bord inférieur de la mandibule et en remontant le plus haut possible jusqu'à l'attache du muscle, ainsi qu'une incision dans chaque masséter interne (muscles ptérygoïdes internes).
- Examen visuel et une palpation dorso-ventrale de toute la langue, avec un examen du muscle sublinguale. (MARIER *et al.*,2022)

-Cœur

- Examen visuel du sac péricardique ou péricarde pariétal, qui ne doit pas être épaissi ou œdémateux, ni présenter des adhérences avec les organes avoisinants. Incision du péricarde et examen du liquide péricardique qui se trouve entre les deux feuillets du péricarde (le péricarde pariétal et le péricarde viscéral), ce liquide doit être transparent, aqueux et peu abondant.
- Examen visuel de la surface, des sillons vasculaires et de la pointe du cœur, puis palpation pour déterminer la consistance du cœur. Un cœur flasque est souvent associé à des infections chez la vache.
- Incision longitudinale du cœur de façon à ouvrir les ventricules et à traverser la cloison inter-ventriculaire. Il faut faire un examen des surfaces de coupe et des cavités pour rechercher surtout les pétéchies, la cysticerose et les kystes hydatiques dans l'épicarde et le myocarde et l'ictère au niveau des valvules. (LECLERCQ,1973)

-Poumons, trachée et œsophage

- Examen visuel des poumons (les poumons doivent présenter une couleur rose uniforme, leur forme est régulière, sans creux, ni bosses.)
- Palpation à pleine main de tous les lobes, lobe par lobe et du hile vers la périphérie . Les poumons doivent être mous, spongieux, résistants et élastiques dans toutes leurs parties, et leur surface doit être lisse.

Partie bibliographique

- Incision et examen des ganglions trachéobronchiques gauche et droit, le ganglion de l'inspecteur, des ganglions médiastinaux caudaux, moyens et craniaux, et du ganglion apical. Tous ces ganglions lymphatiques seront systématiquement incisés pour rechercher la tuberculose.
- Une incision profonde du lobe pulmonaire diaphragmatique (lobe caudal) perpendiculairement à leur grand axe, à la jonction entre le tiers moyen et le tiers caudal, de façon à détecter tout signe d'éventuelle congestion, de mauvais saignement, d'œdème, de parasitose, etc. Incision de la trachée et les principales bronches longitudinalement pour examiner la muqueuse trachéale et rechercher tout signe de tuberculose, de parasitose, d'ulcère, etc.
- Examen visuel et palpation de l'œsophage en faisant glisser les doigts le long de celui-ci pour rechercher les cysticerques enchâssés dans la tunique musculaire. Il faut noter que les lésions d'hypoderma se localisent au niveau de la sous-muqueuse (BENSID, 2018).

Partie bibliographique

-Foie

- Examen visuel du foie dans son ensemble pour juger le volume (hypertrophie), la forme, la couleur et l'aspect superficiel (abcès, kystes, lésions de cholangite, adhérences, etc.).
- Palpation de toute la surface du foie (des deux faces : diaphragmatique et viscérale).
- Palpation et incision des ganglions lymphatiques hépatiques.
- Deux incisions sur la surface viscérale du foie afin d'inspecter les canaux biliaires
- Incision longue et peu profonde entre les lobes droit et gauche du foie.
- Incision courte et profonde à la base du lobe caudé (spiegel) chez le bovin (BENSID, 2018).

-Rate

- Examen visuel de la rate en appréciant le volume, la forme et la couleur. La rate normale est rouge grisâtre ; le volume varie avec l'espèce et l'âge.
- Palpation de la rate qui doit en outre être élastique tout en étant résistante. Une rate molle, friable, bosselée, noire, pleine de sang, boueuse, est le signe certain d'une maladie, comme le charbon.
- Incision si l'examen plus détaillé s'avère nécessaire (Règlement CE N° 854/2004)

-Reins

- Examen visuel des reins, en inspectant leur surface, leur volume et leur forme. La couleur normale du rein est rouge uniforme. Les deux reins doivent être de volumes sensiblement égaux sauf chez le cheval où ils n'ont pas tous les deux la même forme.

Partie bibliographique

- Palpation des reins qui sont normalement fermes , élastiques, lisses, recouverts d'une fine membrane transparente.
- Incision si nécessaire selon un plan sagittal de la grande courbure pour examiner le bassinet qui est normalement blanc nacré.
- Incision et examen des ganglions lymphatiques rénaux.

Les affections rencontrées chez les bovins : néphrite, hydronéphrose, kystes congénitaux, pé-téchie, infarctus, pyélonéphrite, néphrite fibroblastique, tuberculose, hypernéphrome.

(BENSID,2018)

-Tractus digestif

- Examen visuel du tractus gastro-intestinal , du mésentère, du tissu adipeux de l'épiploon pour détecter les états inflammatoires (la tuberculose et l'actinobacillose par exemple), les abcès, la perforation du réseau causée par des corps étrangers, etc.

La paroi intestinale, ainsi que le mésentère ne doivent pas être tachés de sang ou présenter une arborisation vasculaire.

- Palpation si nécessaire.
- Incision et examen des ganglions lymphatiques stomacaux et mésentériques. (Règlement CE N° 854/2004),

-Tractus uro-génital

- Examen visuel des organes génitaux (excepté le pénis, s'il a déjà été évacué) ; et examen du contenu de l'utérus, de sa couleur et de son volume.
- Palpation et, si nécessaire, incision tout en évitant la contamination de la carcasse. Dans le cas d'une brucellose, l'utérus ne doit pas être incisé ou manipulé.
- Incision des nœuds lymphatiques scrotaux (inguinaux superficiels) chez le mâle (BENSID,2018).

Partie bibliographique

-Mamelle

- Examen visuel et, si nécessaire, palpation de la mamelle.
- Incision de la mamelle, chaque moitié de la mamelle est ouverte par une longue et profonde incision jusqu'aux sinus lactifères. Dans le cas d'une brucellose, la mamelle est enlevée, sans incision et sans manipulation.
- Incision des ganglions mammaires (HERENDA *et al.*, 2000).

-pieds

- Examen visuel des espaces interdigités en raison de la présence d'aphtes caractéristiques au niveau des onglons et des panaris.
- Incision en cas de doute (BENSID,2018).

-Cuir et peau

- Examen visuel du cuir et de la peau car ils peuvent être le siège de maladies telles que, la gale, l'hypodermose, etc (BERGH,2007).

Partie bibliographique

b. Inspection de la carcasse

Le déroulement d'une inspection post-mortem est systématisé dans le règlement 854/2004. La première étape est un examen à distance de la carcasse, qui permet une diagnose de l'espèce, de l'âge et du sexe, la mise en évidence d'anomalies (défaut de rigidité cadavérique, arthrite, couleur anormale, volume musculaire anormal). L'inspection à distance est suivie d'une inspection rapprochée (observation des séreuses, tissus osseux, conjonctif et musculaire) avec la réalisation d'un certain nombre de gestes techniques (signe de la poignée de main visant à juger une insuffisance de rigidité cadavérique par exemple). Ensuite des examens approfondis sont réalisés, de manière systématique (par exemple: Recherche de cysticercose par incision du diaphragme chez les bovins) ou circonstancielle (Règlement (CE) 854/2004 du 29/04/2004).

On examine la carcasse, séparée en deux demi-carcasses (Chez le bovin), de haut en bas, d'abord sur la face externe, puis sur les régions internes, c'est-à-dire la cavité abdominale (péritoine pariétal, reins), la cavité thoracique (plèvre pariétale), le collier et la totalité de la section de la colonne vertébrale pour déceler les lésions osseuses (LECLERCQ, 1973).

Partie bibliographique

I.4. Décision de l'inspecteur vétérinaire :

Les viandes ne pourront être considérées comme propres à la consommation humaine qu'à l'issue d'une inspection ante et post-mortem favorable (OABA, 2013).

I.4.1 Consigne :

C'est l'interdiction temporaire et réglementaire du libre usage d'une denrée en vue. d'en compléter l'examen, elle permet durant deux jours d'attente, de juger du comportement de la viande et d'avoir.

éventuellement le résultat d'une recherche microbiologique. (Règlement (CE) n° 852/2004 du parlement européen et du conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires) Il s'agit donc, d'une opération touchant uniquement les produits suspects, qui sont mis dans des locaux particuliers réfrigérés pendant un moment bien précis afin de les réexaminer pour une décision finale, soit acceptation et estampillage soit la saisie (DEBORT et CONSTANTIN, 1968).

Partie bibliographique

I.4.2 Estampillage sanitaire :

L'estampille a lieu s'il y a conformité aux normes de salubrité. Elle consiste à mettre une marque sur une viande reconnue salubre avec de l'encre alimentaire dont la couleur diffère selon l'âge et l'espèce (FAO,2006).

Selon l'arrêté du 15 juillet 1996, on utilise:

- Le vert pour les carcasses de veaux et agneaux
- Le violet pour les ovins et bovins adulte.
- Le rouge pour les carcasses d'équins, camelins et caprins .
- Le noir pour toutes carcasses l'industrie de transformation

Et cela à l'aide d'une roulette dont les caractéristiques sont: une forme circulaire d'un diamètre de quatre vingt (80) millimètres et d'une largeur de quarante cinq(45) millimètres, où les Les caractères en relief doivent être lisibles et où doit figurer le terme: "Inspection Vétérinaire" suivi du numéro d'agrément du lieu d'abattage. Les estampilles sont détenues sous l'entière responsabilité de l'inspecteur vétérinaire désigné par les services de l'inspection vétérinaire de Wilaya (ANONYME02,1996).

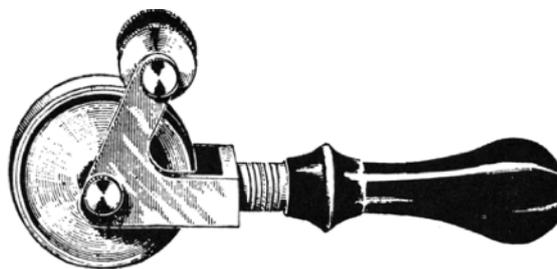


Figure 1: Estampille-rouleau,
(LECLERCQ,1973)

Partie bibliographique

I.4.3 saisie:

Selon l'article 8 du décret exécutif n°95-363 du 11 novembre 1995 ; « les viandes, abats et denrées animales ou d'origine animale, reconnues impropres à la consommation humaine en raison de leur caractère dangereux, répugnant ou insuffisant sont saisies par l'inspecteur

vétérinaire territorialement compétent. Ces produits sont, selon le cas, soit destinés à l'alimentation animale, soit dénaturé et détruit ».

Si la carcasse et/ou les abats présentent un danger pour le consommateur ou sont de qualité insuffisante, la viande est saisie. La saisie est une décision administrative qui ne peut être prononcée que par le vétérinaire officiel, elle est définitive. Elle peut être totale ou partielle. La décision doit être motivée en droit et en fait, c'est pourquoi un certificat de saisie est rédigé et la saisie est notifiée dans le registre de l'abattoir.

Le certificat de saisie permet de justifier la motivation en droit en citant les fondements réglementaires de l'acte et de la décision sur l'avenir des denrées et la motivation en fait en expliquant pourquoi il est nécessaire de procéder à la saisie (description lésionnelle, intitulé du motif de saisie et toute précision supplémentaire pertinente) (Note de service DGAL/SDSSA/N2013-8180, 2013)

Les types de saisie :

Saisie partielle :

Les saisies partielles portent sur une partie de la carcasse ou sur un ou plusieurs abats ou issues. La partie restante de l'animal de boucherie est donc parfaitement consommable (LeCLERCQ,1973).

Partie bibliographique

Saisie totale :

Saisie de la carcasse et du cinquième quartier (POLKING, 2022).

“Les viandes ou organes reconnus impropres à la consommation humaine, seront saisis de manière à les rendre inconsommables. Il appartient aux assemblées populaires communales de procéder, sur instruction du vétérinaire inspecteur, à la dénaturation, destruction ou enfouissement des viandes et organes saisis, et de disposer en conséquence, des équipements et des produits adéquats” (ANONYME01, 1984).

Parage : concerne une partie d'un viscère ou une pièce de découpe (BARRIS, 2023).

II. Maladies à recherche obligatoire chez le bovin :

II.1. Tuberculose :

Maladie infectieuse, contagieuse intertransmissible entre les animaux et entre les animaux et l'humain, Il s'agit d'une zoonose majeure.

Maladie à déclaration obligatoire chez le bovin (décret de la République démocratique algérienne, RADP, 2006) Faisait partie de la liste des MRC de l'OIE en 2006, ne figure plus parmi les 117 maladies contagieuses sur la liste de 2020 Reste une maladie à déclaration obligatoire. L'agent pathogène le plus généralement impliqué chez les bovins est *Mycobacterium bovis* (CROZET *et al.*, 2020) pouvant être transmis à l'humain. Cette maladie revêt une importance sanitaire significative, car elle pose un risque lors de la consommation de viande contaminée ou lors de la manipulation d'animaux infectés à l'abattoir. Sur le plan économique, la tuberculose bovine entraîne des pertes importantes, tant au niveau de la viande saisie en abattoir que du lait, ce qui perturbe le commerce et les exportations.

Partie bibliographique

A) Voies de pénétration :

Au nombre de 4 :

- Aérienne.
- Digestive.
- Bucco-pharyngée.
- Ombilicale. (PÉREZ-LAGO *et al.*, 2014)

B) Etapes de l'infection :

La progression de l'infection dépend de l'interaction entre le pouvoir pathogène de la mycobactérie et les défenses immunitaires de l'organisme infecté.

Après la pénétration du bacille tuberculeux généralement par voie aérienne (95 %) (IG-BOKWE *et al* 2001), l'agent pathogène est alors phagocyté, il y aura formation du complexe primaire (CROZET *et al*, 2020) suite à la phagocytose de l'agent pathogène par un macrophage ce qui conduit à la formation d'un complexe primaire qui comprend chancre d'inoculation et une lésion lymphatique satellite .

Ces lésions nécrotiques sont causées par la multiplication du bacille. L'évolution de la maladie dépend ensuite de l'équilibre entre les défenses immunitaires de l'animal et le pouvoir pathogène de la bactérie .

Dans certains cas, la lésion peut se stabiliser, formant des tubercules caséocalcaires ou enkystés. Cependant, le bacille reste présent dans ces tubercules, prêt à se multiplier de nouveau en cas de faiblesse des défenses immunitaires. Dans d'autres cas, les lésions peuvent s'étendre aux organes,

par contiguïté ou par voie lymphatique et sanguine, pouvant entraîner une généralisation de la maladie. La tuberculose peut se manifester de manière aiguë, avec des lésions multiples sur différents organes, ou de manière progressive, avec des stades évolutifs différents sur les organes du même animal (NIGSH *et al*, 2014).

Partie bibliographique

Il est important de noter que, même au moment de l'abattage, le bacille tuberculeux peut encore être présent dans l'organisme de l'animal et représenter un risque de transmission à l'homme par la consommation de viande ou d'abats contaminés. Ainsi, il est essentiel de détecter la présence de l'agent pathogène en recherchant des lésions caractéristiques au niveau des organes porte d'entrée lors de l'inspection post-mortem, afin d'assurer la salubrité et la sécurité de la carcasse et des abats destinés à la consommation humaine. (Règlement (CE) n°854/2004).

C) Tableau lésionnel :

Il est important de distinguer les différents types de lésion, pour une conduite à tenir optimale :

a- Lésions stabilisées :

- Tubercule caséo-calcaire : plus gros, crisse à la coupe
- Tubercule enkysté, fibreux (NIGSH *et al*, 2014).

b-Lésions non stabilisées (évolutives) :

- Tubercule gris : taille d'une tête d'épingle, gris ou translucide.
- Tubercule miliaire : taille d'un grain de mil, centre occupé par une substance jaunâtre pâteuse (caséum)
- Tubercule caséux : taille d'un pois avec du caséum (NIGSH *et al*, 2014).

D) Technique d'inspection :

Une inspection classique de la carcasse de loin et de près.

Puis, les nœuds lymphatiques portes d'entrée sont inspectés, palpés et incisés plusieurs fois perpendiculairement au grand axe du nœud lymphatique (sériées) afin de mettre en évidence une éventuelle lésion tuberculeuse. (MASSEBOEUF, 2020)

Partie bibliographique

Si absence de lésions tuberculeuse au niveau des ganglions(sous conditions qu'ils soient tous présent) des organes portes d'entrée, alors pas besoin de regarder les autres ganglions. En revanche, s'il y'a présence de lésion dans un ganglion d'un organe porte d'entrée, il est impératif d'effectuer une recherche approfondie avec des coupes dans tous les NL de la carcasse et du 5ème quartier (Règlement CE n°854/200).

-Inspection de la tête:

Nœuds lymphatiques (NL) sous-maxillaires (mandibulaires) et rétropharyngiens.

-Inspection du poumon:

NL: trachéo-bronchiques, apical, inspecteur et médiastinaux.

-Inspection du tractation digestif:

NL: gastriques et mésentériques.

-Inspection du foie :

hépatiques et hépatopancréatiques

E) Conduite à tenir :

Pour les bovins : La saisie est variable en fonction du stade évolutif des lésions :

- Saisie totale pour les formes généralisées correspondant aux formes évolutives (tuberculose milliaire aigue, tuberculose caséreuse avec des foyer de ramollissement volumineux ou étendus à plusieurs organes ; tuberculose caséreuse avec lésions ganglionnaires à caséification diffuse ou formes stabilisées avec des lésions sur plusieurs organes).
- Saisie partielle lors de formes stabilisées et localisées c'est la saisie de l'organe ou du territoire porteur de lésions tuberculeuses stabilisées ou dont le nœuds lymphatiques est porteur de lésions tuberculeuses stabilisées (A.C.I.A, 2002).

Partie bibliographique

II.2. Cystisercos:

La cysticerose bovine (ladrerie) est une zoonose provoquée par le cestode *Taenia saginata*.. Le cycle de vie de ce parasite implique l'homme comme hôte définitif et le bétail comme hôte intermédiaire. Les humains infectés excrètent dans leurs selles des œufs de ténia qui peuvent infecter les pâturages lorsque les boues d'épuration sont utilisées pour la fertilisation (CABARET *et al*, 2002, DORNY et PRAET, 2007, KYVSGAARD *et al*, 1990).

Les bovins peuvent ingérer des œufs en broutant sur ces pâturages et des cysticerques peuvent alors se développer dans les muscles du bovin en formant des kystes. Ces kystes passent d'abord par un stade viable puis évoluent vers un stade dégénéré sur une période d'un à neuf mois (OIE, 2008). Les humains peuvent être infectés par la consommation de viande crue ou insuffisamment cuite provenant de carcasses abritant des kystes viables (Comité scientifique des mesures vétérinaires relatives à la santé publique, 2000).

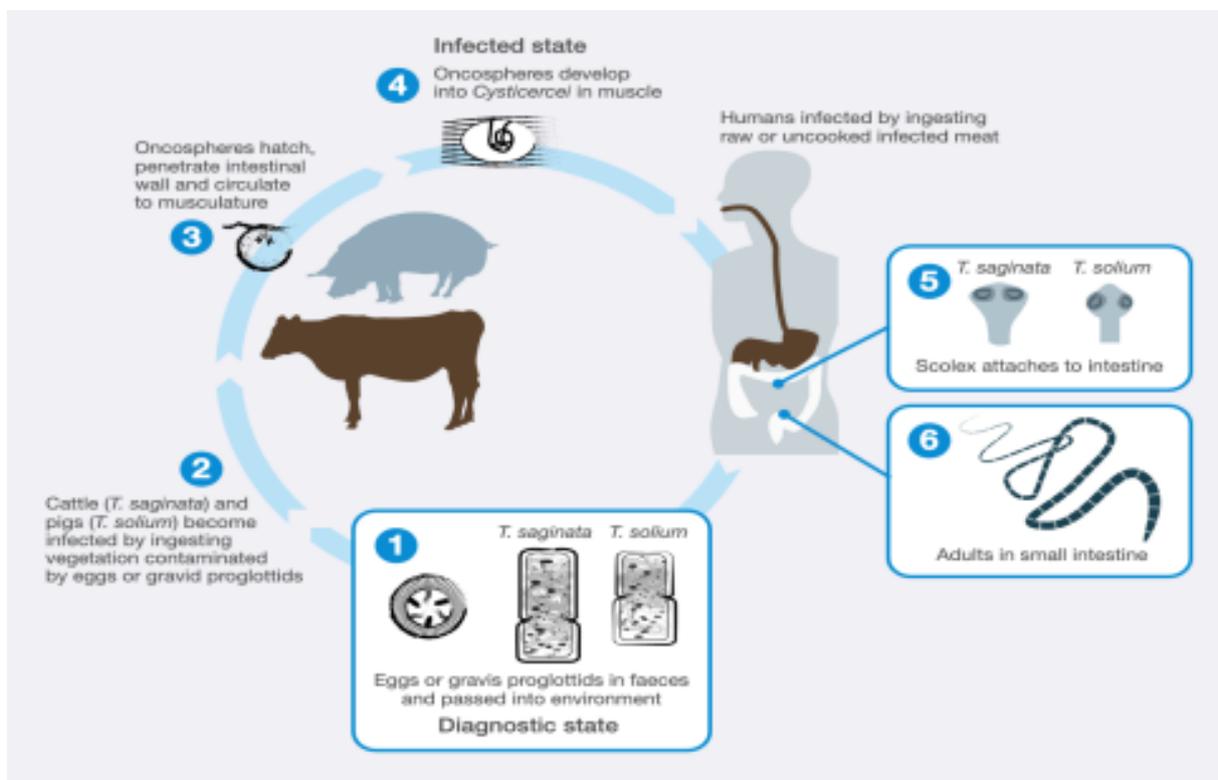


Figure 2 : Cycle de l'agent responsable de la cysticerose (DOXON, 2018)

Partie bibliographique

A) Lésions :

La lésion est appelée grain de ladre est située entre les fibres musculaires et présente une forme caractéristique variable suivant le stade d'évolution :

- **Ladrière banale** (Forme infestante (vivante)) : Vésicule ellipsoïde en forme de grain d'orge, brillante à paroi mince enchâssée entre les faisceaux de fibres musculaires, le contenu initialement eau de roche devient rosé par imprégnation d'hémoglobine.

- **Ladrière sèche** (Forme dégénérées ou ladrière sèche) : Il y a dégénérescence du cysticerque avec nécrose vésiculaire et déshydratation, un magma jaunâtre entouré d'une coque fibreuse qui se calcifie progressivement, est observé. Les cysticerques peuvent être retrouvés dans toutes les masses musculaires en cas de ladrière massive et dans certaines localisations électives lors d'infection discrète (DJAO, 1983).

B) Technique d'inspection :

Conformément au règlement (UE) 2019/627, article 30, une inspection précise et une incision relative des muscles striés de la carcasse sont effectuées, en mettant l'accent notamment sur le cœur, les masséters, les piliers du diaphragme, la langue et l'œsophage.

- Masséters: 3 incisions dans chaque masséter. Deux incisions parallèles aux faces planes du maxillaire inférieur pour les masséters externes ; où la première incision est effectuée au milieu du muscle, au niveau de la zone de l'aponévrose ; la deuxième le plus près possible de la mandibule, dans la zone de l'aponévrose. La troisième incision est réalisée dans chaque muscle ptérygoïdien.

- Langue : examen visuel et incision des muscles sublinguaux à la face ventrale ;

- Cœur : une incision longitudinale ouvrant les ventricules et traversant la cloison inter ventriculaire. Une deuxième incision est effectuée perpendiculairement à la première pour inspecter le myocarde ;

Partie bibliographique

- Diaphragme : on effectue une incision longitudinale tout le long de la séreuse péritonéale tapissant le diaphragme afin de le dégager et d'examiner les fibres musculaires ;
- Œsophage : doit être détaché de la trachée sauf aux deux extrémités, ensuite palpé sur toute sa longueur, puis incisé si on ressent la présence de vésicules lades.

C) Conduite à tenir :

Saisie des parties parasitées, selon le degré d'infestation et le pouvoir infestant :

- Cysticercose massive (Plus de 1 cysticerque / dm²) : Saisie totale de la carcasse.
- Cysticercose discrète (Moins de 1 cysticerque / dm²) : Saisie des parties parasitées (Saisie partielle) (INTERBEV, 2018).
- Appréciation du pouvoir infestant : si le stade est non infestant, saisie des parties parasitées et estampillage du reste ; si le stade est infestant, saisie partielle et assainissement des parties non parasitées par congélation à -10 °C pendant au moins 10 jours (BOCCARD et DUMONT, 1978).

II.3. Distomatose ou fasciolose :

Fasciola hepatica, encore appelée grande douve du foie, est l'agent étiologique de la distomatose hépatique ou fasciolose en régions tempérées. C'est une helminthose due à la migration dans le parenchyme hépatique, et au développement dans les canaux biliaires de *Fasciola hepatica* ou de *Fasciola gigantica* (FRIED *et al.*, 2010). Les plus réceptifs à la distomatose sont les bovins et les ovins (URQUHART *et al.*, 1996).

Il s'agit, néanmoins, d'une zoonose plus ou moins fréquente en fonction de la localisation géographique et des comportements alimentaires (SCHEPENS *et al.*, 2002).

L'ingestion de la larve est suivie d'une phase de migration et de maturation qui dure environ trois mois et entraîne chez l'hôte des manifestations regroupées sous le nom de phase « toxi-infectieuse ». Ensuite, les douves, devenues adultes, vivent dans les voies biliaires, pendant plusieurs années, constituant la phase d'angiocholite chronique (ANSES, 2016).

Partie bibliographique

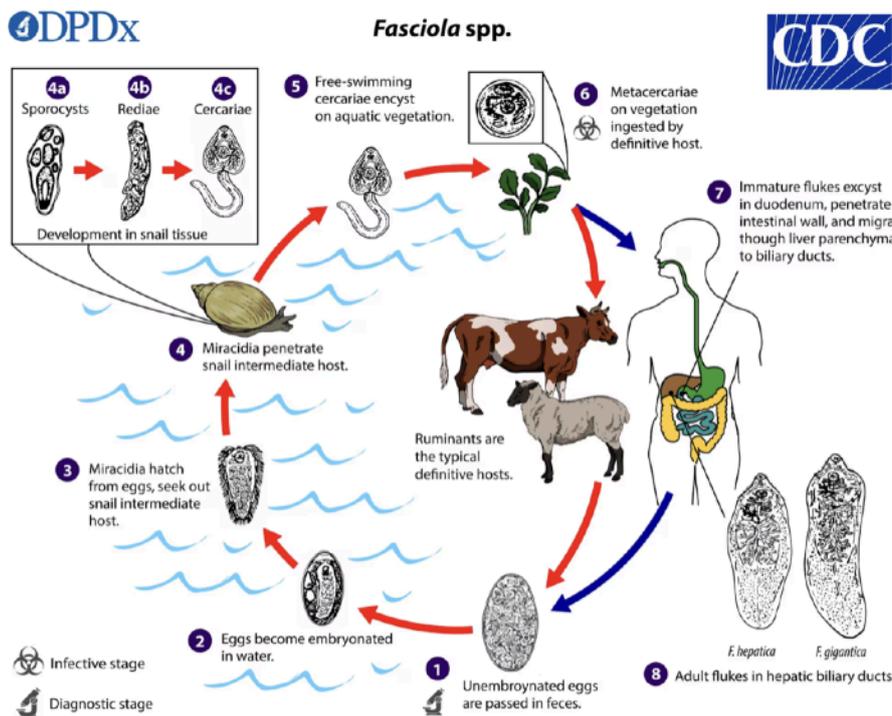


Figure 3 : Cycle de vie de *Fasciola hepatica*, (CDC,2019)

A) Lésions :

Chez les bovins, la migration des douves immatures au travers du parenchyme hépatique provoque des lésions d'hépatite interstitielle aiguë évoluant vers un stade subaiguë à chronique à dominance éosinophilique (DOY et HUGHES, 1984). Au stade chronique, la fibrose hépatique s'installe et des zones nécrotiques sont observées sur le trajet emprunté par les douves immatures.

Suite à leur installation dans les canaux biliaires, les formes adultes provoquent une angiocholite hyperplasique, suivie de fibrose et de calcification. Ces canaux présentent alors une forme caractéristique dite en « tuyau de pipe » (ROSS, 1968) Alors que la douve immature est histophage, la douve adulte est hématophage et ingère près de 0,2 ml de sang par jour (MALONE, 1986).

Partie bibliographique

B) Technique d'inspection :

Examen visuel de la face viscérale pour repérer des lésions de cholangite et de sclérose hépatique. Deux incisions obligatoires sont réalisées, une incision longue et superficielle au niveau de la scissure entre le lobe droit et gauche du foie, une deuxième incision petite et profonde à la base du lobe de Spiegel (BENSID,2018).

C) Conduite à tenir :

Saisie du foie pour lésion de fasciolose.

Saisie des poumons en cas de présence de kystes distomiens (BENSID,2018).

II.4. Strongylose respiratoire ou dictyocaulose :

Maladie parasitaire causée par *Dictyocaulus viviparus*, qui migre d'abord dans les alvéoles et dans les bronchioles puis s'installe dans la trachée et les grosses bronches des bovins. Elle se contracte au pâturage, affecte surtout les jeunes en provoquant un syndrome d'obstruction bronchique. Chez les animaux âgés, elle s'observe rarement, et se traduit par un syndrome asthmatiforme aigu (BENTOUNSI,2001).

Le nématode a un cycle de vie direct et les bovins sont infectés par le troisième stade larvaire (L3) en broutant des pâturages contaminés (ELSHEIKHA et KHAN, 2011). La maladie du ver pulmonaire (également connue sous le nom de toux vermineuse) cause des pertes économiques significatives en raison de ses effets néfastes sur la production laitière et la santé des bovins affectés (DANK *et al.*, 2015).

Partie bibliographique

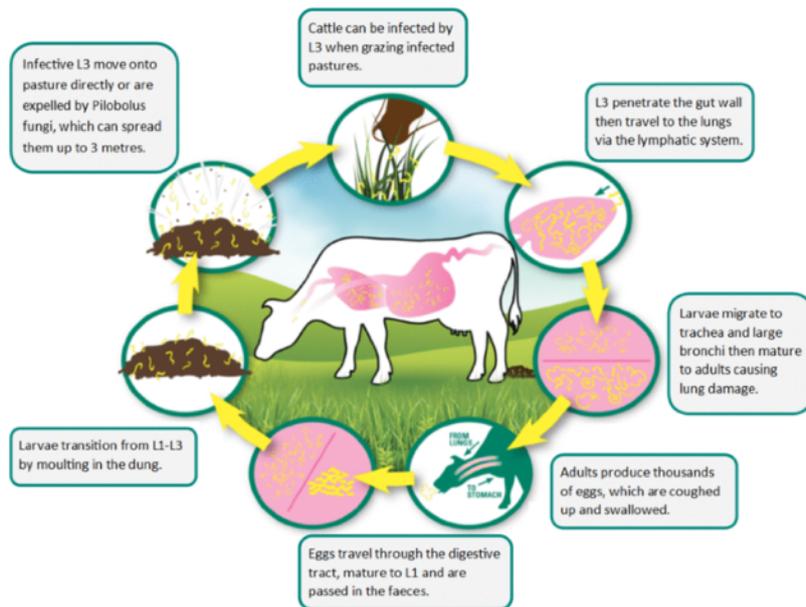


Figure 4 : Cycle évolutif du dictyocaulé (MSD Animal Health, 2024)

A) Lésions :

Présence des vers adultes au niveau de la trachée et des bronches primaires (COOPER et BRODERSEN., 2010).

Lésions d'emphysème interstitiel, d'atélectasie ou de broncho pneumonie. (GONTHIER *et al.*, 2010).

B) Technique d'inspection :

Ouverture de l'arbre trachéo-bronchique ;

Incision transversale au niveau du lobe diaphragmatique à la limite du 1/3 moyen et le 1/3 postérieur (FRIES et WENZEL, 2003).

Partie bibliographique

C) Conduite à tenir :

Saisie du poumon (AHDB, 2016)

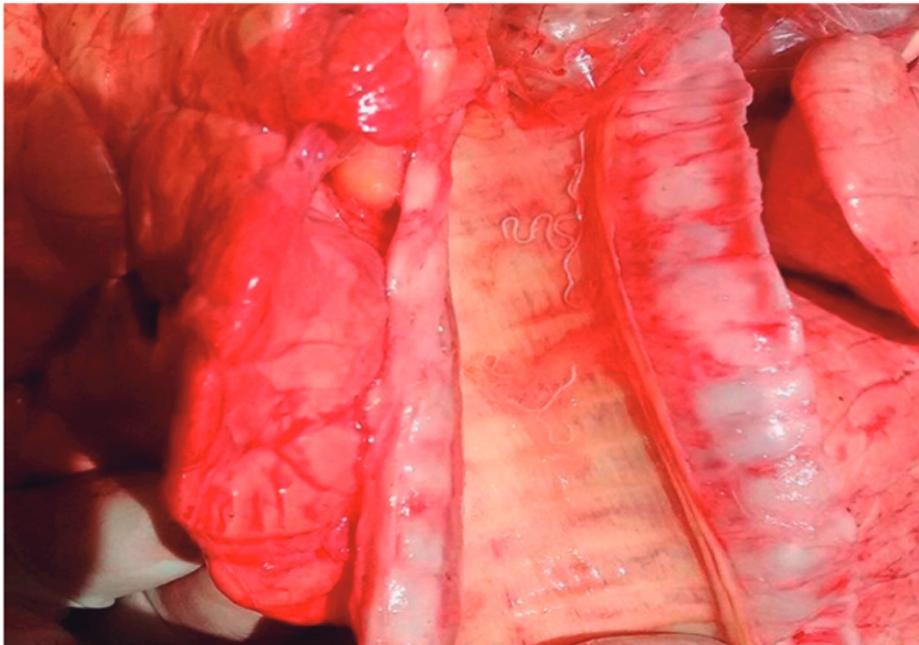


Figure 5 : mise en évidence de *Dictyocaulus viviparus* dans la trachée de bovin (MOLINA *et al.*,2015)

Partie bibliographique

III. Serious game (jeu sérieux) :

III.3. Définition et objectifs du serious game:

L'expression serious game apparaît comme un oxymore* rassemblant deux mots en apparence contradictoires qui sont le jeu et le sérieux. (OUAHBI *et al.*,2018)

Pour Alvarez et Djaouti (2008), le Serious Game est une « application informatique, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo »

Le *serious game* est différent du jeu vidéo : il consiste à appliquer les jeux et les technologies de la simulation dans un domaine qui n'est pas du divertissement (ZYDA, 2005). Ce sont des systèmes d'apprentissage basés sur le jeu (JERCIC *et al.*, 2012).

La dimension ludique engage fortement les joueurs dans l'activité de jeu. Le modèle ELM de persuasion (Elaboration Likelihood Model) explique ainsi comment le jeu augmente la motivation des individus et la perception de leur capacité à traiter l'information (PETTY et CACCIPOPO, 1984).

De plus, le jeu de simulation renforce l'état de flux : un état psychologique optimal qui s'établit quand un individu est complètement immergé dans une action (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Depuis les années 2000, les jeux de simulation se sont reprofessionnalisés, permettant ainsi d'améliorer les compétences et la prise de décision (MICHEL *et al.*,2014).

* Oxymore : Figure de style qui vise à rapprocher deux termes que leurs sens devraient éloigner, dans une formule en apparence contradictoire

Partie pratique

Partie pratique

Partie pratique:

Mise en place d'un outil pédagogique (serious game) dédié à l'inspection post-mortem

I.Objectif :

L'objectif de ce travail est la mise en place d'un outil pédagogique à destination des vétérinaires et étudiants en développant un serious game créant un univers immersif au sein d'un abattoir virtuel afin de guider l'utilisateur à assimiler les méthodes des techniques d'inspection pour la détection de maladie à recherche systématique.

Notre travail se divise en deux parties. Dans la première partie, nous présenterons les étapes qui ont permis d'élaborer et de développer notre serious game. Puis, dans la seconde partie, nous exposerons les résultats de l'évaluation de notre outil auprès des étudiants vétérinaires.

II. Matériels et méthodes :

II.1 Matériels :

II.1.2 Ressources ayant permis l'élaboration du contenu :

Textes réglementaires de législation algérienne, les indications et manuels d'inspection de la FAO/OIE et réglementation UE relative à l'inspection .

Des revues d'articles universitaire, des manuels d'inspections et de saisies de viandes rouges en abattoir.

- Logiciel de dessin assisté par ordinateur (AutoCAD).
- Éditeur de graphiques vectoriels et un outil de prototypage (Figma).
- Logiciel de modélisation 3D (Blender).
- Moteur de jeu multiplateforme (Unreal Engine 5).

Partie pratique

II.2 Méthodes :

II.2.1 Elaboration de fiches synthétiques sur les affections à recherches systématiques :

Nous avons tout d'abord réalisé des fiches synthétiques décrivant pour chaque fiche une maladie faisant partie des affections à recherche obligatoires et systématiques lors d'inspection en abattoir, ces fiches comportent une définition sommaire, les lésions évocatrices de l'affection avec des illustration et enfin la conduite à tenir pour chaque cas de figure .

L'utilisateur pourra retrouver ces fiches dans le menu du jeu, ce qui permet à l'étudiant de bénéficier d'un support supplémentaire .

Les fiches ont été élaborés à partir du logiciel Figma

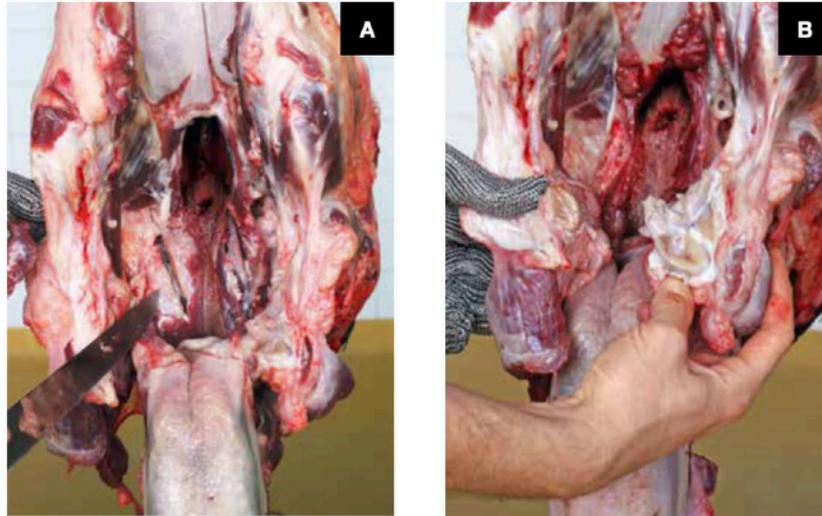
Dans ce qui suit un exemple du contenu des fiches pour chaque pathologie abordée :

a-Tuberculose :

Présentation des illustrations pour la technique d'inspection : Indication des noeuds lymphatiques à inciser pour la recherche de tuberculose :

Partie pratique

Inspection de la tête: Nœuds lymphatiques (NL) sous-maxillaires (mandibulaires) et rétro-pharyngiens ;



A-Bovin, ganglions lymphatiques rétropharyngiens (incisés)

B-Bovin, ganglions lymphatiques sous-maxillaires (incisés)

Figure 6: Inspection des NL de la tête (OSAV, 2014)

Inspection du poumon: NL: trachéo-bronchiques, apical, inspecteur et médiastinaux

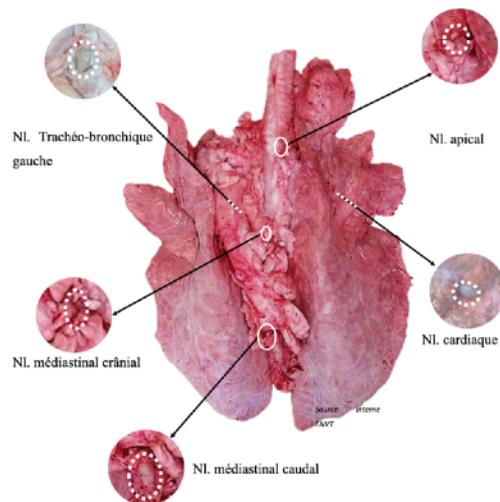


Figure 7: Inspection des NL du poumon (COULANGE,2020)

Partie pratique

Inspection du tractation digestif:

NL: gastriques et mésentériques.



NL mésentérique

Figure 8 : Inspection des NL du tractus digestif (photo personnelle)

Partie pratique

Inspection du foie :

NL: hépatiques et hépatopancréatiques



Figure 9 : Inspection des NL du foie (OSAV,2014)

Partie pratique

-Présentation de la fiche synthétique :

Tuberculose (TB)



Définition:
Maladie bactérienne des animaux domestiques et sauvages, essentiellement des bovins, transmissible à l'homme, provoquée par *Mycobacterium bovis*.
ZOOOSE 

Voies de pénétration :
Au nombre de 4 :
- Aériennes.
- Digestive.
- Bucco-pharyngée.
- Ombilicale.

Technique d'inspection:
Les lésions évocatrices de TB sont recherchées grâce à une inspection visuelle associée à la palpation et à l'inspection lymphatique des nœuds lymphatiques (NL) des organes « portes d'entrée », avec des coupes multiples permettant de détecter des lésions de petite taille :

Pour le tige : nœuds lymphatiques (NL) sousmaxillaires (mandibulaires) et sterno-cervicaux ;
Pour les poumons : NL trachéo-bronchiques et médiastinaux ;
Pour le tractus digestif : NL gastro-épispléniques et mésentériques ;
Pour la Foie : Nœuds lymphatiques hépatiques et hépatopancréatiques

Organe	Localisation des lésions	Aspect des lésions
TL	Trachéo-bronchiques et médiastinaux	
Poumon	Nœuds lymphatiques trachéo-bronchiques et médiastinaux	
Tractus digestif	Nœuds lymphatiques gastro-épispléniques et mésentériques	
Foie	Nœuds lymphatiques hépatiques et hépatopancréatiques	

Lesions :

N°1 Lésions stabilisées :
- Tubercule casse calcifié : plus gros, situé à la coupe
- Tubercule nécrotique, fibrineux.

N°2 Lésions non stabilisées (évolutives) :
- Tubercule gris : taille d'une tête d'épingle, gris ou rosâtre.
- Tubercule miliaire : taille d'un grain de sel, comme occupé par une substance jaunâtre pâle (caséum)
- Tubercule casseux : taille d'un pois avec du caséum.

Conduite à tenir :

Salée totale : Appliquée aux formes généralisées et évolutives, telles que la tuberculose miliaire aiguë, la tuberculose caséuse avec des foyers de ramollissement volumineux ou étendus à plusieurs organes, ou la tuberculose caséuse avec tubercules ganglionnaires à acidification diffuse.

Salée partielle : Conserve les formes stabilisées ou localisées, elle implique la saignée de Fargues ou de terrière pour les tubercules stabilisés, ou chez les nœuds lymphatiques sans porteurs de telles lésions.



Figure 10 : Fiche synthétique de la tuberculose (Photo personnelle)

Partie pratique

b-Cysticercose :

Technique d'inspection :

Masséters : Trois incisions dans chaque masséter. Deux incisions parallèles aux faces planes du maxillaire inférieur pour les masséters externes, une au milieu du muscle, l'autre près de la mandibule. Une troisième incision est réalisée dans chaque muscle ptérygoïdien.

Langue : Examen visuel et incision des muscles sublinguaux à la face ventrale.

Cœur : Une incision longitudinale ouvrant les ventricules et traversant la cloison inter-ventriculaire, suivie d'une deuxième incision perpendiculaire pour inspecter le myocarde.

Diaphragme : Incision longitudinale le long de la séreuse péritonéale pour examiner les fibres musculaires.

Œsophage : Détaché de la trachée sauf aux extrémités, palpé sur toute sa longueur, puis incisé si des vésicules lardres sont ressenties.

Illustration des deux formes sous lesquelles les lésions peuvent se présenter :

Forme infestante (vivante) ou ladrerie banale ;

Forme dégénérées ou ladrerie sèche



Figure 11 : Ladrerie banale (ASADIA, 2019)

Ladrerie



Figure 12 : Ladrerie sèche Ladrerie banale (ASADIA, 2018)

Partie pratique

-Présentation de la fiche :

La cysticercose musculaire



Definition :

Celastres parasitaire des muscles par les formes larvaires (cysticerques) de *Taenia saginata*, un parasite intestinal communément appelé ténia ou ver solitaire, offerte de nombreuses mammifères et l'homme.

Exemples de contamination :

- Environnement contaminé par des salles humaines.
- Hygiène du personnel.
- Gestion des abords de l'élevage.

ZOOHOSE


Chez les bovins, la maladie, connue sous le nom de cysticercose ou téniose, est causée par *Cysticercus bovis*, la forme larvaire du parasite.

Technique d'inspection

- **Mandibule :** Trois incisives sont affectées dans chaque arcade mandibulaire. Deux incisives sont parallèles aux bords plâtres de la mâchoire inférieure et pour les mandibules externes, la troisième au milieu de la mandibule, au niveau de l'apex des dents, et la seconde aussi proche que possible de la mandibule, également dans le sens de l'apex des dents. Les troisième incisives sont situées dans chaque arcade prémaxillaire.
- **Langue :** Un examen visuel et l'incision des muscles sublinguaux sont réalisés sur la face ventrale de la langue.
- **Coeur :** Une incision longitudinale est pratiquée pour ouvrir les ventricles et traverser le cloison interventriculaire. Une seconde incision, perpendiculaire à la première, est effectuée pour inspecter le septum.
- **Diaphragme :** Une incision longitudinale est réalisée le long de la suture pleurocentrale qui replace le diaphragme afin de le dégager et d'examiner les fibres musculaires.
- **Œsophage :** L'œsophage est détaché de la trachée, à l'exception des deux extrémités, puis palpé sur toute sa longueur. Si des vermines latentes sont détectées, l'œsophage est incisé.

Lesions :

Le ténia est appelé grain de lacte et situé entre les fibres musculaires et présente une forme caractéristique variable suivant le stade d'évolution :

- **Lésion larvale (forme infestée juvénile) :** Vésicule elliptique en forme de grain d'orge, brillante à point blanc anchylosé entre les faisceaux de fibres musculaires, le contenu initialement eau de roche devient rosé par imprégnation d'hémoglobine.
- **Lésion sèche (forme dégénérée ou téniose sèche) :** Il y a déshydratation de cysticerque avec nécrose musculaire et déshydratation, un magma jaunâtre entouré d'une capsule fibreuse qui se calcifie progressivement, est observé.

Les cysticerques peuvent être retrouvés dans toutes les masses musculaires en cas de téniose massive et dans certaines localisations affectées lors d'infection disséminée.



Info 

Au-delà de téniose fréquente pour les gros bovins
88 % sont des ténioses partielles

Conduite à tenir

A/ Règle totale si :

- Infestation massive
- Plus d'un cysticerque par site¹.
- Nombreux larves présentes dans plusieurs localisations.

B/ Règle partielle si :

- Infestation disséminée
- Moins d'un cysticerque par site¹.
- Un ou deux cysticerques dans une ou deux localisations.

Considérations :

- Pouvoir infectant du parasite : vivant ou mort.
- Stade infectant : saisis de la partie parasitaire et asséchement du reste de la carcasse par congélation à -20°C pendant au moins 10 jours.
- Stade non infectant : saisis de la partie parasitaire et élimination du reste de la carcasse après entasseillage.



Figure 13 : Fiche synthétique de la cysticercose (Photo personnelle)

Partie pratique

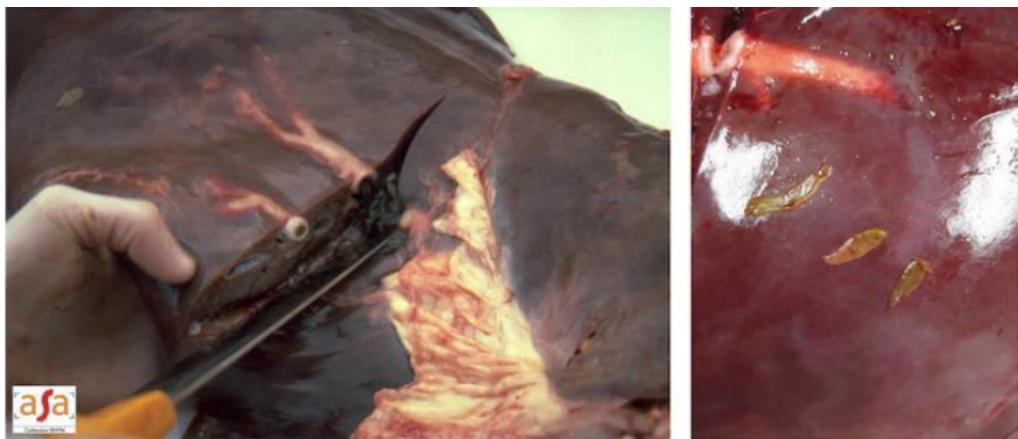
d) Fasciolose ou distomatose :

De localisation hépatique, l'inspection se fait en réalisant 2 incisions au niveau de la face viscéral :

1/ Première incision longue et superficielle des gros canaux biliaires au niveau de la palette.

2/ Deuxième incision courte mais profonde à la base du lobe de Spiegel

Puis exercer une pression sur les canaux biliaire pour mettre en évidence la présence éventuelle de douve (Ashoor, 2023).



*Foie de bovin
Distomatose : fasciolose (saisie du foie)*

Figure 14 : Technique d'incision du foie à la recherche de la fasciolose (De Magnien de Magnienville, 2018)

Partie pratique

-Présentation de la fiche :

Fasciolose ou distomatose :

Definition

Fasciola hepatica, encore appelée grande douve du foie, est l'agent étiologique de la distomatose hépatique ou fasciolose en régions tempérées. C'est une helminthose due à la migration dans le parenchyme hépatique, et au développement dans les canaux biliaires de Fasciola hepatica ou de Fasciola gigantica.

ZOOLOGIE

Lesions :

Chez les bovins, la migration des douves immatures au travers du parenchyme hépatique provoque des lésions d'hépatite interstitielle aiguë évoluant vers un stade subaiguë à chronique à dominance éosinophilique. Au stade chronique, la fibrose hépatique s'installe et des zones nécrotiques sont observées sur le trajet emprunté par les douves immatures.

Suite à leur installation dans les canaux biliaires, les formes adultes provoquent une angiocholite hyperplastique, suivie de fibrose et de calcification. Ces canaux présentent alors une forme caractéristique dite en « tuyau de pipe ». Alors que la douve immature est hétérophage, la douve adulte est hématophage.

Technique d'inspection :

Examen visuel de la face viscérale pour repérer des lésions de cholangite et de sclérose hépatique. Deux incisions obligatoires sont réalisées, une incision longue et superficielle au niveau de la suture entre le lobe droit et gauche du foie (Pabète), une deuxième incision petite et profonde à la base du lobe de Spiegel.

Conduite à tenir :

Saïte du foie pour lésion de fasciolose.
Saïte des poumons en cas de présence de kystes distomiers.

Foie avec douves visibles

Figure 15 - Distomatose, LXXXIX

Figure 15 : Fiche synthétique de la fasciolose (Photo personnelle)

Partie pratique

e) Strongylose respiratoire ou dictyocaulose :

Lésions :

- Inflammation hémorragique des bronches avec écume
- Œdème pulmonaire et emphysème
- Vers pulmonaires
- Ganglions lymphatiques pulmonaires hypertrophiés (FAO,1994)

Technique d'inspection :

Ouverture de l'arbre trachéo-bronchique ;

Incision transversale au niveau du lobe diaphragmatique à la limite du 1/3 moyen et le 1/3 postérieur

Partie pratique

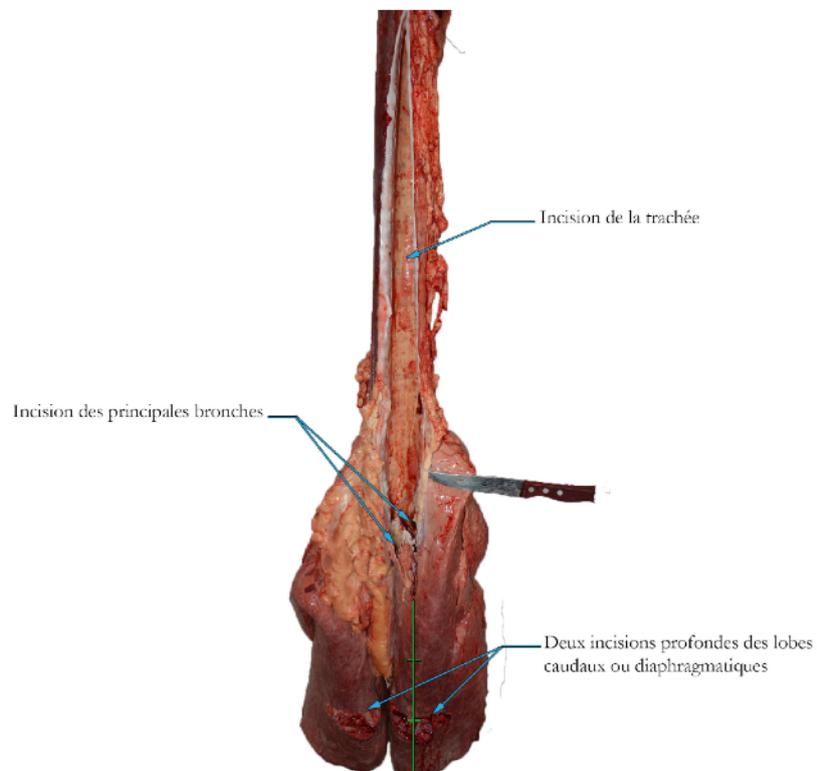


Figure 16 : Technique d'incision des poumons et de la trachée (BENSID, 2018)

Partie pratique

-Présentation de la fiche synthétique :

Strongylose respiratoire :

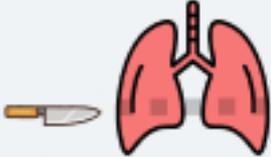
Definition :

La distylocose, également connue sous le nom de bronchite vermineuse, est causée par des helminthes de l'espèce *Dictyocaulus viviparus* chez les bovins. Ces strongyles se trouvent principalement dans la trachée et les grosses bronches. Les animaux s'infectent principalement par voie buccale en consommant de l'herbe de pâturage contaminée par les larves excrétées par des animaux déjà infectés ou porteurs.



Technique d'inspetion

Ouverture de l'arbre trachéo-bronchique ;
incision transversale au niveau du lobe
diaphragmatique à la limite du 1/3 moyen et le
1/3 postérieur



Lesions :

parasites visibles à l'ouverture de la trachée et des bronches
souffles, Multiplicité de petits foyers de bronchite voire
bronchopneumonie (stade subaiguë ou chronique) disséminés
dans le parenchyme pulmonaire.



Conduite à tenir

Saisie du peumon



Figure 17 : Fiche synthétique de la strongylose respiratoire (Photo personnelle)

Partie pratique

II.2.2 Elaboration des questions ouvertes et de type QCM:

Pour améliorer l'entraînement et l'assimilation des connaissances, ainsi que pour accroître l'intérêt

des utilisateurs du serious game, nous avons intégré à notre outil des questions sur le thème de l'inspection post-mortem et les méthodes à connaître pour sa réalisation tout au long de leur progression.

Nous avons élaboré une liste de questions ouvertes mais aussi des QCM, ce qui a pour objectif d'entraîner l'utilisateur et lui permettre d'assimiler les techniques et méthodes essentielles lors de l'inspection sanitaire.

Aussi, le fait d'avoir des questions en forme de quiz ludique tout le long de sa progression, accroît l'intérêt de l'utilisateur pour notre jeu et de le dynamiser .

Parmi les questions posées, on peut citer à titre d'exemple:

Quelles sont les étapes de l'inspection ?

Quelles sont les ganglions d'intérêt du poumon ?

#Quelles sont les incisions pratiquées sur le foie ?

Quels sont les muscles à inciser pour la recherche de la Cysticercose chez le bovin ?

Partie pratique

Quel organe, en plus des muscles striés, est vérifié pour détecter la cysticerose bovine ?

- a) Les poumons
- b) Les intestins
- c) Le foie
- d) Le cœur

#Quelles sont les incisions obligatoires pour détecter la fasciolose ?

- a) Une incision longue et superficielle au niveau de la palette et une petite incision profonde dans le lobe de Spiegel
- b) Une incision longitudinale dans l'intestin et une transversale dans l'estomac
- c) Une incision transversale dans le cœur et une transversale dans les poumons

l'apprenant recevra directement un feedback suite à sa réponse, en lui indiquant la réponse correcte mais aussi des commentaires détaillés, ce qui peut être un moyen intéressant pour aider la mémorisation.

L'utilisateur pourra repasser le quiz autant de fois qu'il le souhaitera, pour éviter les réponses automatiques, l'ordre des propositions de réponse sera aléatoire .

Partie pratique

Exemple de Quiz :

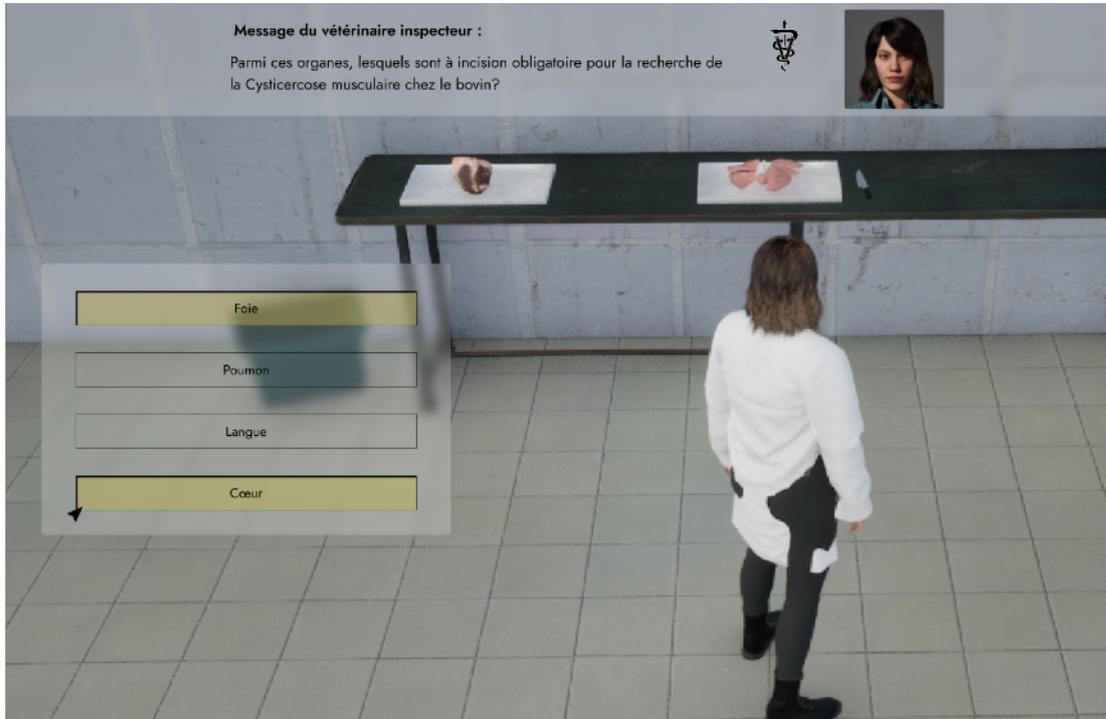


Figure 18 : Illustration du quiz (Photo personnelle)

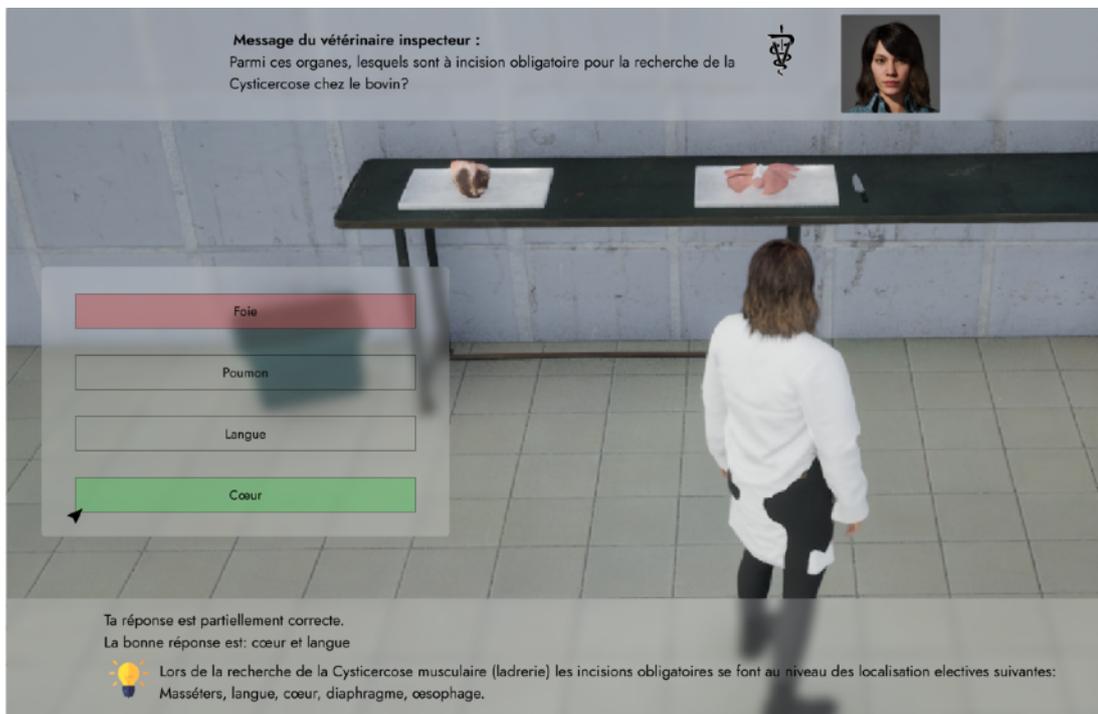


Figure 19 : Illustration des réponses du quiz (Photo personnelle)

Partie pratique

II.2.3 Développement technique du serious game :

A- Création de l'environnement :

Dans le but d'obtenir un environnement immersif, nous avons voulu recréer un abattoir se rapprochant le plus possible et le plus fidèlement de la réalité, nous avons donc consulté l'article de la FAO traitant de la conception de l'abattoir (FAO, 1978)

Puis, nous nous sommes guidé du document de la FAO pour concevoir notre abattoir sur AutoCAD nous avons pris en considération :

- les mesures et les disposition des salles d'inspection où se déroule principalement les interaction de notre jeu pour l'inspection post-mortem .
- La disposition et mesures des chambre frigorifique
- les matériaux utilisés pour les murs qui doivent être enduits d'un revêtement lisse et imperméable jusqu'à une certaine hauteur pour faciliter le nettoyage.
- Les matériaux des sols doivent être lisses, antidérapants, imperméables et inclinés
- l'emplacement des fenêtres et la luminosité et un bon éclairage.

Partie pratique

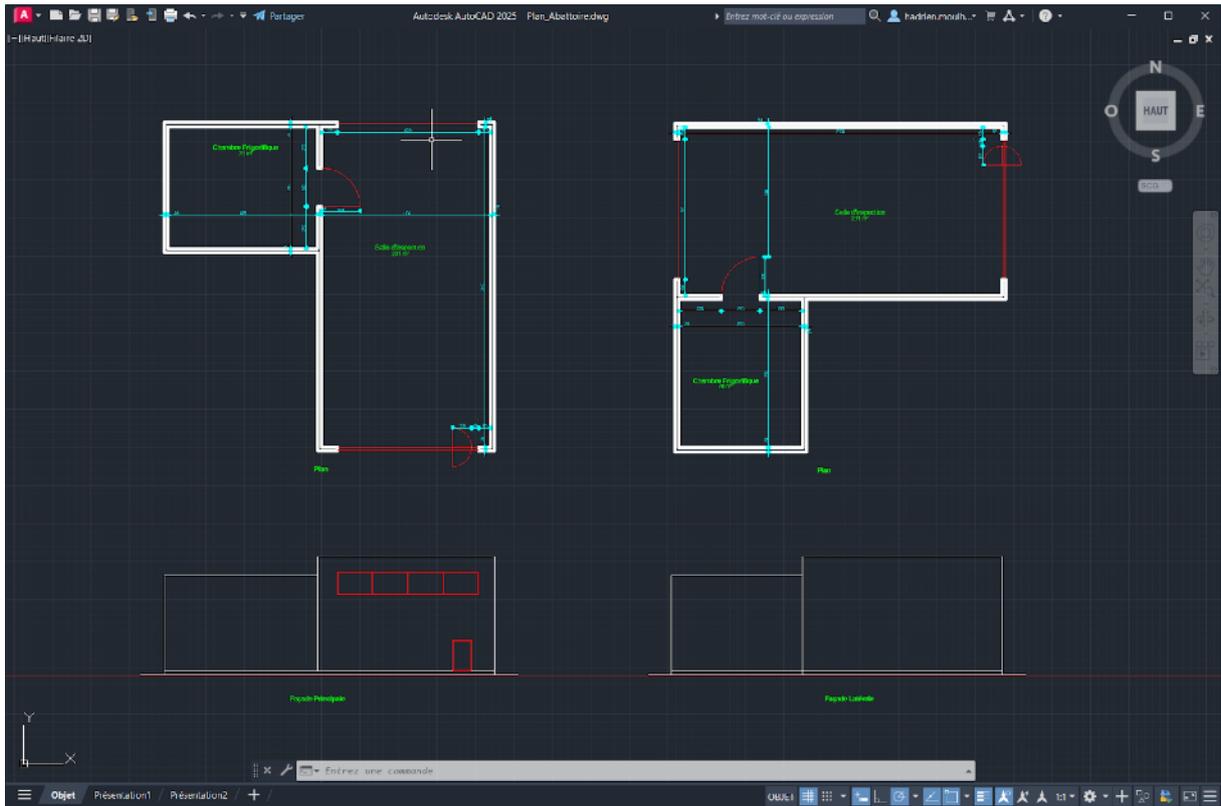


Figure 20 : Présentation des plan de l'abattoir constituant le jeu conçu sur AutoCAD (Photo personnelle,2024)

A la suite de la réalisation du plan schématique sur AutoCAD, nous avons basculé sur Unreal, où nous avons construit notre abattoir avec les matériaux adéquats donnant l'impression d'évoluer dans un abattoir réel .

Cet univers immersif va permettre à l'utilisateur d'augmenter sa motivation et faciliter son apprentissage.

Partie pratique



Figure 21: Représentation de l'abattoir sur le moteur de jeu multiplateforme Unreal Engine 5 (Photo personnelle,2024)

B- Modélisation 3D :

La carcasse, mais aussi les organes d'intérêt tels que le cœur, le foie et le poumon mais aussi les outils nécessaires à l'inspection (couteau d'incision) ont été dans un premier temps dessinés puis scanner pour être par la suite modélisés à l'aide du logiciel de modélisation 3D (Blender)

Partie pratique

Pour cela il a fallu passer par plusieurs étapes et techniques spécifiques telles que :

- **Modélisation 3D** : La création de représentations numériques en trois dimensions d'objets ou de surfaces. Dans Blender, cela implique généralement la manipulation de sommets, d'arêtes et de faces pour construire la forme de base de l'organe.
- **Sculpture numérique** : Une technique avancée de modélisation 3D qui permet de manipuler des formes comme si l'on sculpte de l'argile. Cela permet d'ajouter des détails fins et organiques qui seraient difficiles à obtenir avec la modélisation polygonale seule.
- **Texturage** : L'application de textures à un modèle 3D pour ajouter des détails de surface, comme les couleurs, les motifs, et les imperfections. Cela peut inclure des cartes de diffusion (couleur), des cartes de relief (bump), et des cartes normales (normal maps).

Chacune de ces étapes est essentielle pour créer un modèle 3D réaliste et détaillé dans Blender, et elles se complètent pour passer d'une forme de base à une représentation finale prête à être utilisée dans notre jeu.

Partie pratique

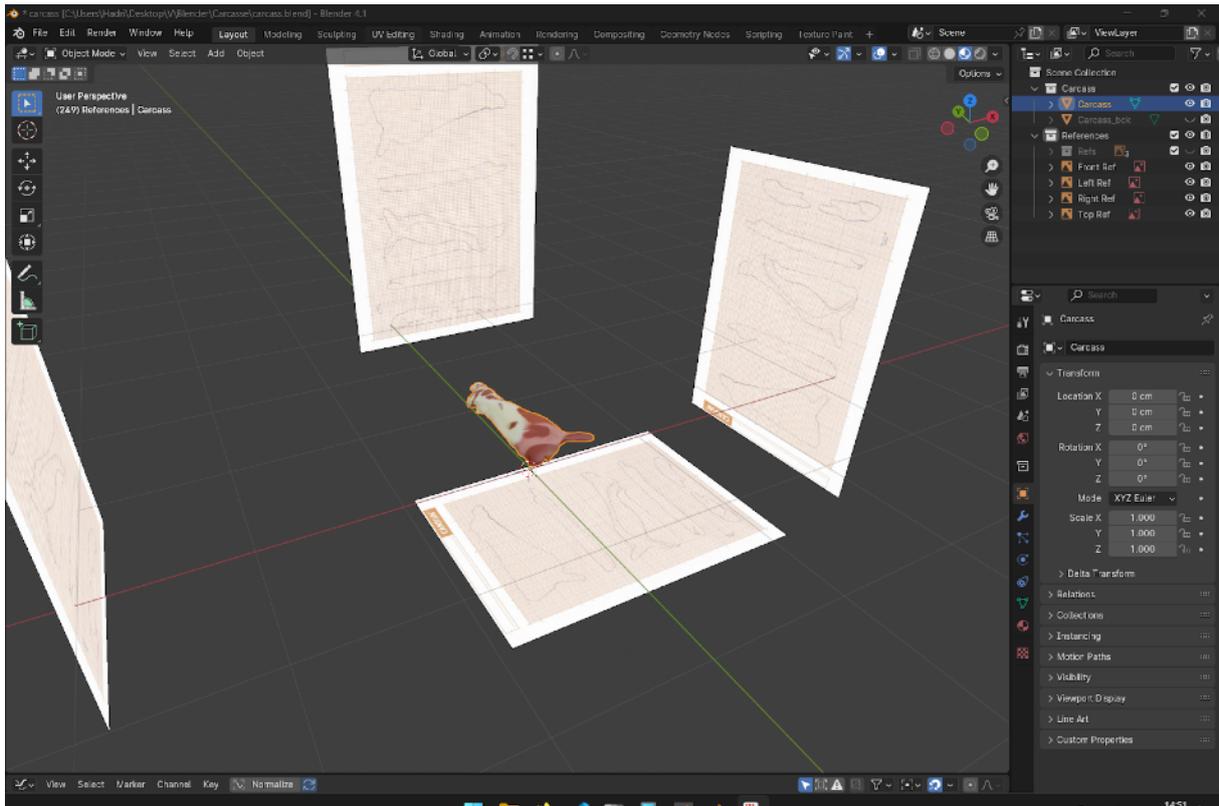


Figure 22 : représentation des étapes de la modélisation 3D sur Blender de la carcasse à partir de croquis (Photo personnelle, 2024)

II.2.4 Création du jeu :

Pour la conception de notre jeu, nous avons utilisé le moteur de jeu multiplateforme Unreal Engin5.

Tout d'abord, nous avons commencé par mettre en place l'univers de l'abattoir en utilisant les fonctionnalités de l'outil de modélisation CubeGrid .

Une fois l'abattoir modélisé, nous avons importé les fichiers préalablement exportés de notre logiciel Blender, ces fichiers contiennent nos carcasses et nos issues qui prennent le nom de maillages statiques* (Static meshes) sur Unreal, les static mesh seront basculés directement du drawer** vers le view port*** où la simulation de l'inspection post-mortem sera mise en place.

Partie pratique

*maillage statique : Les maillages statiques sont des maillages polygonaux qui constituent une partie majeure de l'architecture des cartes dans de nombreux moteurs de jeu, notamment Unreal Engine , Source et Unity . Le mot « statique » fait uniquement référence au fait que les maillages statiques ne peuvent pas être animés par leurs sommets , car ils peuvent être déplacés, mis à l'échelle ou relookés en temps réel.

** Drawer : Une interaction qui dessine les éléments d'interaction de la vue

*** Viewport : Une fenêtre sur les mondes créés dans Unreal. Ils peuvent être parcourus comme dans un jeu, ou peuvent être utilisés dans un sens de conception plus schématique comme pour plan architectural.

Aussi, pour une immersion totale dans le monde réel nous avons souhaité créer un personnage, ce personnage représente un vétérinaire inspecteur et pour ajouter une touche d'humanité et de sympathie on a voulu qu'il est une apparence humaine, qu'on a appelé Dr. Jassy qui accompagnera l'utilisateur tout au long de sa progression en lui posant des questions, en donnant les réponses et indications nécessaires.

La modélisation de notre personnage s'est faite sur MetaHuman Creator 'un service de unreal, pour lui donner un aspect humanoïde, vêtu d'une blouse blanche pour donner cette sensation d'être transporter au sein d'une clinique HIDAOA .

Partie pratique

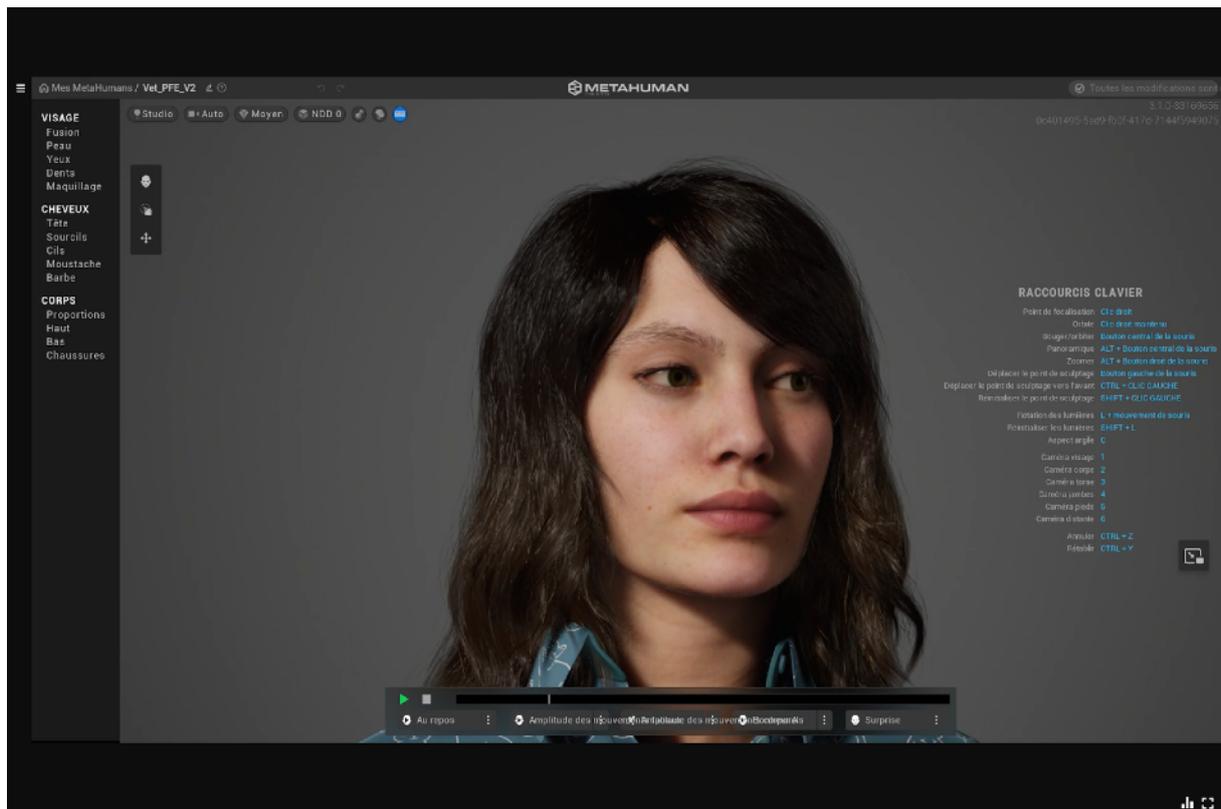


Figure 23: Conception sur MetaHuman Creator du personnage inspecteur vétérinaire (Dr.-Jassy) (Photo personnelle, 2024)

Partie pratique

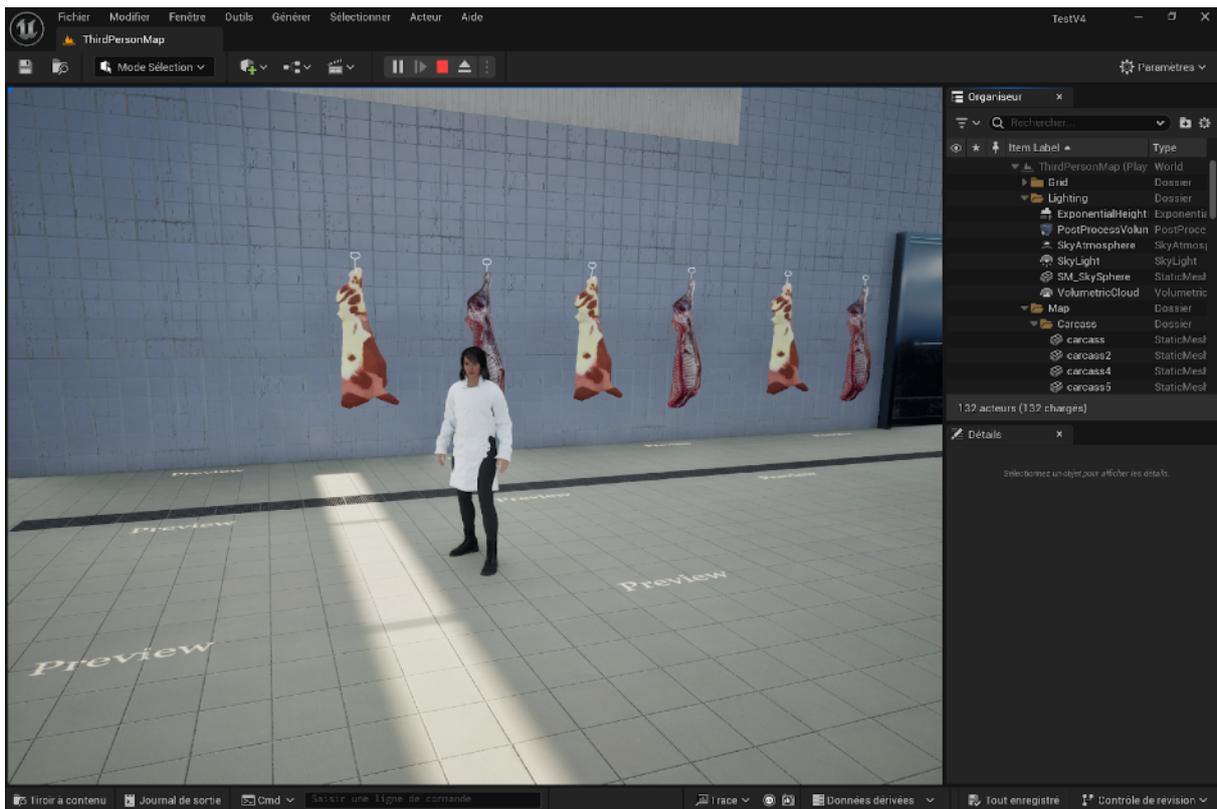


Figure 24 : intégration du personnage dans le jeu (photo personnelle, 2024)

Après avoir collecté les informations nécessaires à l'élaboration du jeu sur la procédure, la méthode et les techniques d'inspection mises en place, le développement du jeu a été réalisé avec un environnement aussi réaliste que possible, pour répondre le plus fidèlement aux besoins d'un support pédagogique utile et innovant .

II.2.5 Description de l'outil

L'interface du jeu se veut ludique et intuitive, l'étudiant vétérinaire (ou vétérinaire) sera guidé au cours des étapes cruciales de l'inspection à travers des quiz, mais aussi des simulations de manipulations telles que l'incision des ganglions, et les techniques de réalisation ce qui per

Partie pratique

met au joueur d'assimiler les gestes utiles dans sa pratique et de les mémoriser de façon durable.

L'apprenant aura tout au long de sa progression à répondre à des questions ouvertes ou de type QCM, ce qui permet de s'entraîner et d'apprendre efficacement.

Des réponses et des feedback avec des explication détaillés seront également proposées aux joueurs .

L'utilisateur aura également accès aux fiches de révisions pour les maladies à recherche obligatoire et systématique abordées dans le jeu.

Pour cette première version du jeu, nous avons souhaité nous concentrer principalement sur les techniques d'inspection chez le bovin, car, pour cette espèce, les incisions nécessaires pour détecter les maladies à recherche obligatoire sont plus nombreuses.

Puis pour les prochaines versions nous intégrerons l'espèce ovine mais aussi cameline.

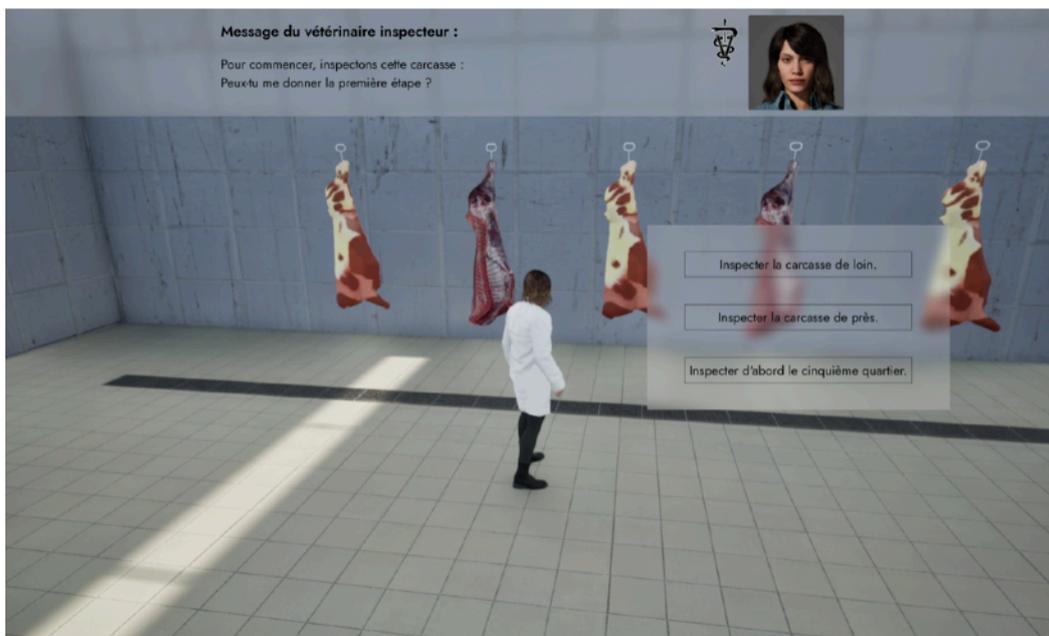


Figure 26 : Présentation de l'interface du jeu lors de l'inspection des carcasses

Partie pratique

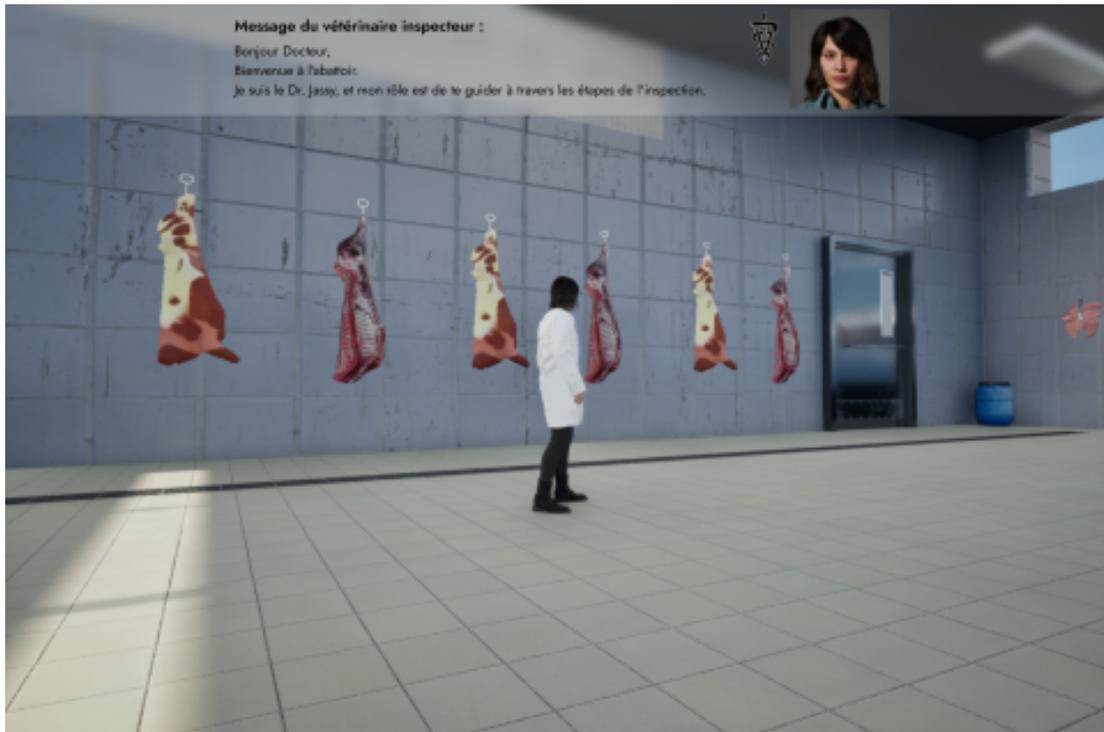


Figure 25 : Présentations de l'interface du jeu (photo personnelle, 2024)

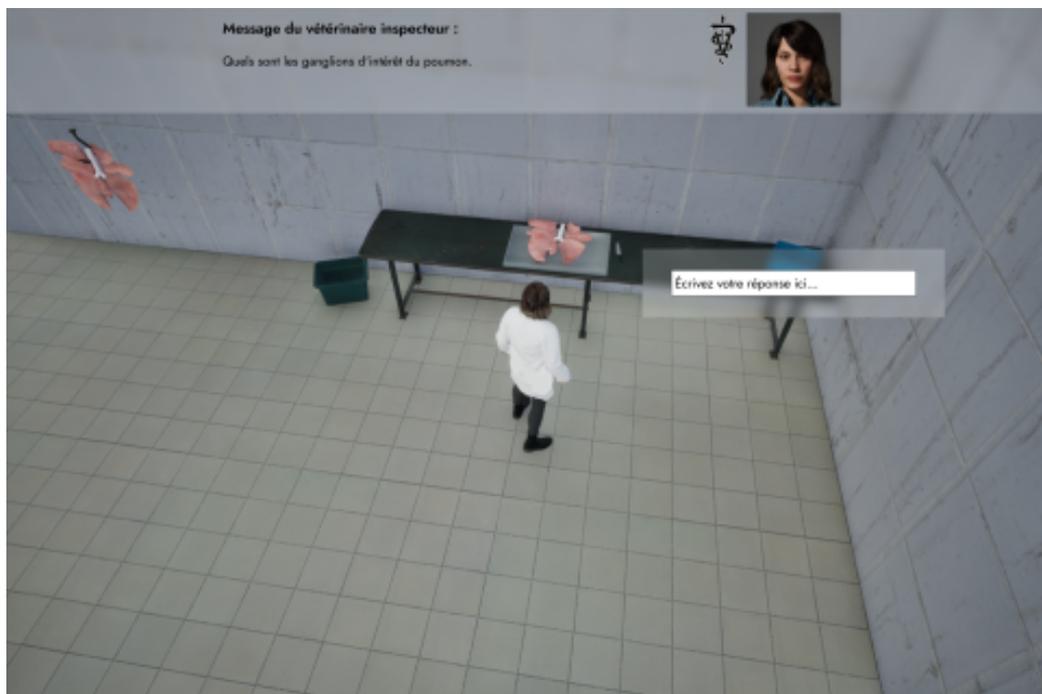


Figure 27 : Présentation de l'interface du jeu lors de l'inspection du poumon (Photo personnelle, 2024)

Partie pratique

Le joueur pourra aussi se prêter à l'exercice d'inspection en identifiant des affections qui apparaîtront aléatoirement en passant son curseur sur la carcasse



Figure 28 : Représentation d'une mise en situation d'inspection (photo personnelle, 2024)

II.2.6 Évaluation du jeu par les étudiants :

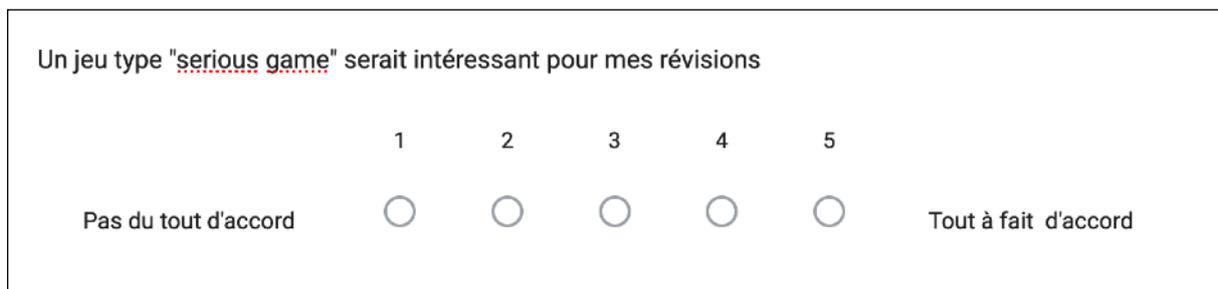
Nous avons souhaité évaluer notre outil auprès des étudiants vétérinaires de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV) , ces derniers ont dû juger de la pertinence du projet avant sa réalisation, puis suite aux avis favorables concernant notre projet, nous avons réalisé un prototype du jeu, qui a été présenté à la même population d'étudiants.

Partie pratique

A- Pertinence de l'outil :

Nous avons souhaité étudier l'utilité de notre outil pédagogique auprès étudiants de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV) (98 étudiants) en amont de sa conception.

La pertinence de cet outil à répondre à un besoin pédagogique a été testée auprès des étudiants de 5eme année, à qui un questionnaire a été proposée avec une échelle de type LIKERT à 5 points allant de « 1 pas du tout d'accord » à «5 tout à fait d'accord ».



Un jeu type "serious game" serait intéressant pour mes révisions

1 2 3 4 5

Pas du tout d'accord Tout à fait d'accord

Figure 29 : Questionnaire présenté pour évaluer la pertinence de l'outil

B-Evaluation du prototype:

Une fois notre outil développé, nous avons souhaité questionner la même population d'étudiants interrogée précédemment à savoir les étudiants de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire(ENSV). Nous leur avons présenté un prototype de notre jeu et nous leur avons demandé de répondre à un questionnaire de type LIKERT à 5 points allant de « 1 pas du tout d'accord » à «5 tout à fait d'accord » afin d'évaluer le jeu sur différents aspects tel que le graphisme, l'incitation à jouer grâce à la présence de questions tout au long du jeu , ou encore l'utilité de notre outil à leurs révisions.

Partie pratique

Le graphisme est intéressant						
	1	2	3	4	5	
Pas du tout d'accord	<input type="radio"/>	Tout à fait d'accord				
les questions type QCM et questions ouvertes, me donnent envie de jouer à ce jeu						
	1	2	3	4	5	
Pas du tout d'accord	<input type="radio"/>	Tout à fait d'accord				
...						
Ce type de jeu m'aidera à réviser plus facilement						
	1	2	3	4	5	
Pas du tout d'accord	<input type="radio"/>	Tout à fait d'accord				

Figure 30 : Questionnaire présenté pour l'évaluation du jeu

Résultats

Résultats

III. Résultats :

Après avoir collecté les réponses aux questionnaires auprès des étudiants vétérinaires, les résultats des sondages précédents sont les suivants :

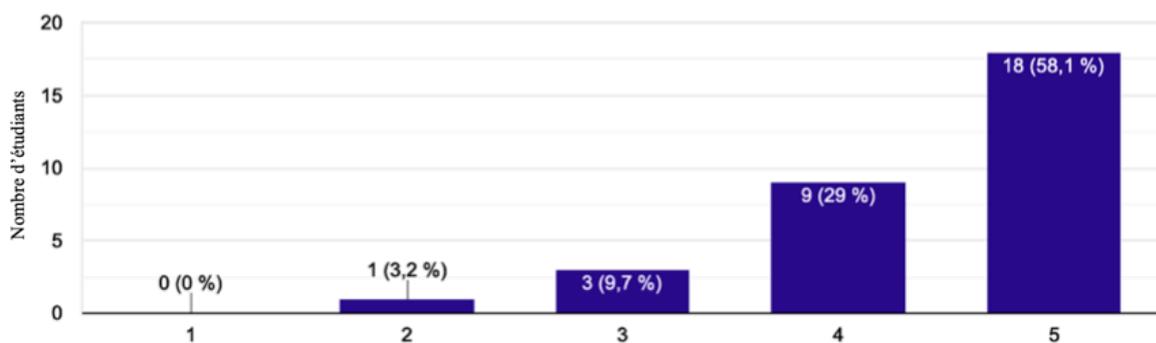
A- Pertinence de l'outil :

Pour étudier la pertinence de notre outil, nous nous sommes basés sur les participants ayant répondu 4 et 5 au questionnaire, ce qui correspond à des étudiants plutôt d'accord (« 4 ») ou tout à fait d'accord (« 5 »).

Sur les 31 participants, 9 sont d'accord avec l'idée d'un outil pédagogique de type jeu sérieux comme support utile à leurs révisions, ce qui correspond à 29 % de la population interrogée.

De plus, 18 étudiants sont très intéressés par un tel outil, ce qui correspond à 58,1 %.

Les résultats montrent donc que, sur les 31 participants, plus de 87 % sont favorables à un serious game comme support pédagogique.



Mesure de la satisfaction de 1 « pas du tout d'accord » à 5 « tout à fait d'accord »

Figure 31 : Résultats du sondage des étudiants

Résultats

B-Evaluation du prototype:

Pour ce questionnaire visant à évaluer le prototype de notre jeu (Alpha), 32 étudiants vétérinaires y ont participé, et nous avons obtenu les résultats suivants :

Pour l'item « Le graphisme est intéressant » :

-Nous avons obtenu : 1 étudiant ayant répondu (« 2 ») sur l'échelle de LIKERT ce qui correspond à plutôt pas d'accord pour ce genre d'échelle ce qui correspond à 3,1 % de la population interrogée .

-Nous avons obtenu : 4 étudiants ayant répondu (« 3 ») ce qui correspond à une indifférence vis-à-vis de notre graphisme.

- 13 étudiants ainsi que 14 ont répondu (« 4 ») et (« 5 ») respectivement montrant leur intérêt pour notre graphisme, ce qui correspond à plus de 84%.

Pour l'item «les questions type QCM et questions ouvertes, me donnent envie de jouer à ce jeu » :

- 4 étudiants sont indifférent et ne voit pas forcément d'intérêt au fait que notre outil propose des quiz pour leur progression dans le jeu.

Par contre 28 étudiants sont intéressés voire très intéressés (14 étudiants ayant octroyer un (« 4 ») et 14 ont sélectionné (« 5 ») sur cette même échelle) par les quiz au fil de leur progression du jeu .

Pour l'item «Un jeu type "serious game" serait intéressant pour mes révisions » :

-2 étudiants ayant sélectionnés (« 3 ») de l'échelle de LIKERT, ce qui correspond au fait qu'ils ne sont ni intéressés ni désintéressés vis-à-vis de notre outils

- 5 étudiants sont intéressé par notre outil en ayant sélectionné (« 4 ») sur l'échelle de LIKERT et 25 étudiants(78,1%) sont convaincus et très intéressé par notre jeu sérieux .

Résultats

Les résultats montrent que 32 étudiants ont répondu au questionnaire, et près de 93 % de ces participants voient un réel intérêt dans notre projet et sont intéressés par le serious game comme support pédagogique pour leurs révisions.

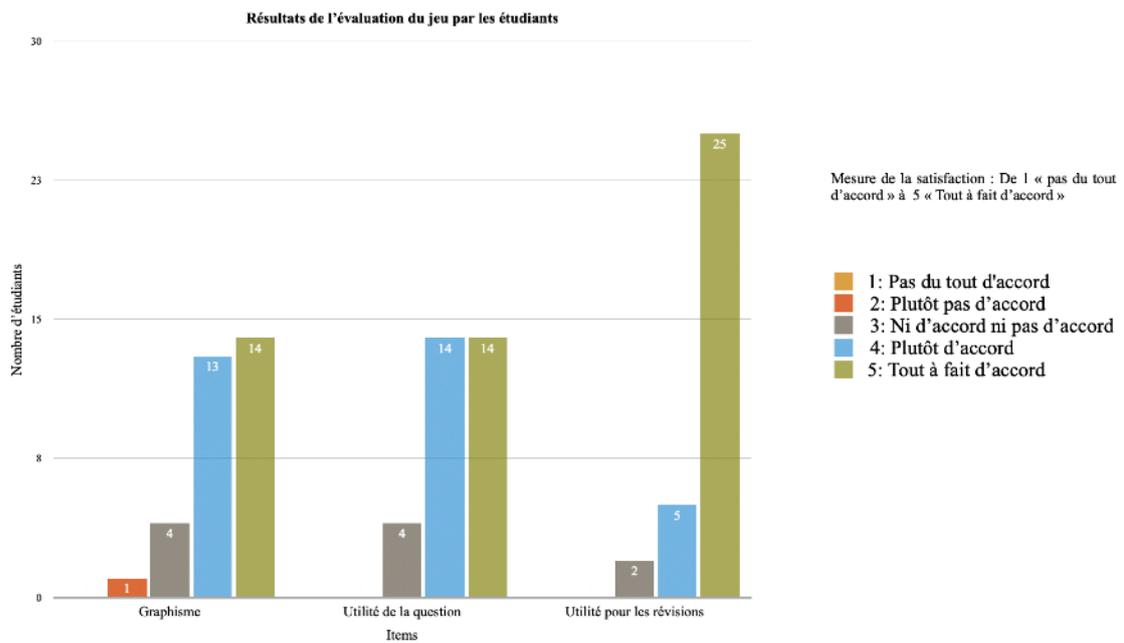


Figure 32 : Résultats de l'évaluation du jeu par les étudiants

Discussion

Discussion

IV. Discussion :

Dans un souci de modernisation de l'enseignement et d'innovation pédagogique, la digitalisation de l'enseignement a pris une importance accrue suite à la crise COVID-19. L'utilisation des plateformes tel que MOODLE est devenue essentielle pour assurer la continuité pédagogique. De nombreuses recherches, afin de faciliter l'enseignement, ont été menées dans ce sens, en particulier dans le domaine de l'inspection sanitaire (PAULETTO, 2018).

Aujourd'hui, il est intéressant d'introduire des supports pédagogiques innovants avec l'intégration des technologies numériques dans les programmes éducatifs. Nous avons souhaité mettre en place notre propre outil pédagogique permettant d'accroître l'apprentissage et la mémorisation.

Lors de l'étude de l'utilité et du réel besoin de création de notre outil auprès des étudiants, nous avons obtenu des résultats satisfaisants, car plus de 87% des étudiants ayant répondu ont été favorables à la création de notre jeu. Celui-ci répond à une envie de modernisation des supports pédagogiques permettant à chaque étudiant d'étudier à son rythme et de revoir les notions importantes abordées lors des cours, des TD et des TP.

Ces résultats sont intéressants car ils concordent avec l'étude menée par DE MAGNIEN de-MAGNIENVILLE auprès d'étudiants de l'école vétérinaire de toulouse (ENVT) en 2018, où près de 98% des étudiants sondés étaient favorables au E-learning. Ce qui nous a fortement confortés dans notre idée d'établir un outil pédagogique moderne en apportant une amélioration avec une conformation innovante car notre outil se présente sous la forme d'un serious game.

Aussi, les résultats de l'évaluation de notre outil auprès des étudiants est satisfaisant, car plus de 93 % ayant répondu y voient un réel intérêt dans son utilisation support de révision. Ce qui correspond à l'étude menée par ALLEN et SEAMAN en 2011 qui montre l'intérêt grandissant des étudiants pour les méthodes de E-learning .

Discussion

Notre outil peut prétendre à répondre aux attentes et besoins des apprenants dans le domaine de l'inspection post-mortem.

Il est donc intéressant de réfléchir à rendre compatible notre jeu sur machine de réalité virtuelle (VR), afin, d'améliorer l'expérience utilisateur et de la rendre plus immersive.

Conclusion

Conclusion

V. Conclusion :

L'inspecteur vétérinaire, par ses missions et son rôle à l'interface entre la santé animale et la santé humaine, joue un rôle crucial dans la préservation de la santé publique en veillant à ce que la viande mise sur le marché soit saine et salubre. Pour garantir cette mission, il est essentiel de proposer et de promouvoir une formation de qualité dans le domaine de l'inspection vétérinaire.

L'utilisation d'outils pédagogiques complémentaires et innovants, tels que les serious games, est une solution prometteuse pour combler les lacunes actuelles. Les serious games se distinguent par leur capacité à allier l'aspect ludique des jeux vidéo à des objectifs pédagogiques concrets, créant ainsi des environnements d'apprentissage interactifs et immersifs. En stimulant des mécanismes cérébraux essentiels comme la motivation, l'attention et la mémorisation, ces jeux sérieux rendent l'apprentissage non seulement plus engageant mais aussi plus efficace. Ils permettent aux étudiants de mémoriser et de maîtriser les aspects techniques et importants de l'inspection vétérinaire, contribuant ainsi à une formation plus complète et performante.

Perspective et ouverture

Perspective et ouverture

VI. Perspective et ouverture :

Nombreux articles soulignent le manque de données exactes quant aux pathologies les plus rencontrées au niveau des abattoirs, ce qui ne permet pas d'établir un profil épidémiologique du pays de façon optimale.

Une des solutions qui serait intéressante à envisager serait l'introduction de l'intelligence artificielle au sein de notre pratique en abattoir,

Aujourd'hui utilisée dans les abattoirs pour assurer et veiller au bien-être animal, comme souligné dans l'article de Franck Bourdy(2023) « Des membres de l'autorité néerlandaise de sécurité sanitaire ont publié en septembre 2023 une étude portant sur l'utilisation de capteurs, couplés à l'intelligence artificielle, pour mesurer rétrospectivement, en abattoir, le bien-être animal (BEA) pendant l'élevage. En effet, ce lieu permet de voir des signes de maltraitance à la fois sur l'animal vivant (par exemple des boiteries) et par des lésions sur la carcasse (comme des hémorragies suite à un coup). Ces capteurs permettent de lever certains obstacles liés à l'évaluation par l'humain, du fait de la cadence de la chaîne d'abattage. L'étude dresse un panorama de l'utilisation de cette technologie en se basant sur une revue de la littérature internationale (revues et articles de synthèse en langue anglaise). »

Il serait donc intéressant d'orienter la réflexion vers une introduction de cet outil numérique permettant d'accompagner le vétérinaire inspecteur tout en gardant un cadre juridique éthique et contrôlé.

En effet, L'utilisation de ce type d'outil dans notre profession n'est pas une utopie, notre société évolue il est donc nécessaire d'adapter nos méthodes, pour assurer le bien-être de l'animal mais aussi soutenir, faciliter et accompagner le vétérinaire inspecteur, pour qu'in fine préserver la santé des consommateurs . »

Enfin, gardant en tête que : « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme »,Rabelais

Bibliographie

Bibliographie

- 1/ **AHDB**, Abattoir post-mortem conditions guide, 2018
- 2/ **A.C.I.A**, 2003 : Agence canadienne d'inspection des aliments. La santé des animaux • Anonyme
- 3/ **ANONYME 01** (Journal officiel de la République algérienne, 9 septembre 1984, p. 972.)
- 4/ **ANONYME 02** (Journal officiel de la République algérienne, 30 octobre. 1996) • Anonyme
- 03 (Décret exécutif n° 04-82 (Jo N°17 du 21 Mars 2004, P3))
- 5/ **ASHOOR**, S.J., Wakid, M.H. Prevalence and hepatic histopathological findings of fascioliasis in sheep slaughtered in Jeddah, Saudi Arabia. *Sci Rep* **13**, 6609 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33927-0>
- 6/ **BENSID**, A., 2018. Hygiène et Inspection des Viandes Rouge
- 7/ **BENTOUNSI**, B. (2001). Parasitologie vétérinaire ; helminthoses des mammifères domestiques. Ed OPU
- 8/ **CHAPELIER J.M**, 2002 : Inspection des viandes, hygiène, la qualité alimentaire et motif de saisie
- 9/ **COULANGE E**, « DEVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'AUTOAPPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE D'INSPECTION POST-MORTEM DES POUMONS D'ONGULES DOMESTIQUES » Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France, 2020
- 10/ **DEMONT P.**, **GONTIERA.**, **MIALET COLARDELLE S.** 2007. « Motifs de saisie des abats et issus des animaux de boucherie » ENVL.
- 11/ **DOY**, T.G., Hughes, D.L., 1984. Early migration of immature *Fasciola hepatica* and associated liver pathology in cattle. *Res. Vet. Sci.* **37**, 219-222.
- 12/ **CRAPELET**, C. (1966). La viande bovine de l'étable de l'éleveur à l'assiette du consommateur. Tome VIII, Vigot frères éditeurs, Paris, 6 e édition, pp : 270-273 ; p486.
- 13/ **DEBROT**, S., et **COSTANTIN**, A. (1968). Hygiène et productions des viandes, Edition Maloine S.A27, Rue de l'école de Médecine Paris-Vie pp, 271-172.
- 14/ **DE MAGNIEN DE MAGNIENVILLE**, Lucie. Développement d'un outil d'apprentissage en ligne dédié à l'inspection post mortem du foie des ongulés domestiques. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2018, 84 p.

Bibliographie

- 15/ FAO/OMS (1994).** Food and Agriculture Organisation, technique et règles d'hygiène en matière d'abattage et de la manipulation de la viande dans l'abattage. ISBN. Rome. Pp23-24.
- Girbal L,
- 16/ FAO (2006).** FAO production et santé animales manuel bonnes pratiques pour l'industrie dE
- 17/ FRAYSSE J-L et DARRE A, (1990).** Composition et structure du muscle évolution post mortem
qualité des viandes volume 1. Lavoisier technique et documentation. Paris .pp227- 228.p374
- 18/ GONTHIER A. MIALTE COLARDELL S. et DEMONT P. :** motif de saisie des viande, abats et issues des animaux de boucherie.QSA, Janvier 2023
- 19/ INTERBEV.** Guide de bonnes pratiques - Maîtrise de la protection animale des bovins à l'abattoir, Version 2.0 : 18 juin 2012 [confidentielle], INTERBEV, 253 p.
- 20/ POLKING Kathryn R,** 2022.DVM, MPH, DACVPM, Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship MSD veterinary Manual
- 21/ PÉREZ-LAGO Laura,** Yurena Navarro, Darío García-de-Viedma,
Current knowledge and pending challenges in zoonosis caused by Mycobacterium bovis: A review,
Research in Veterinary Science, Volume 97, Supplement, 2014.
- 22/LAUSIER P.** Echinococcose à Echinococcus granulosus en France : rappels épidémiologiques. Enquête dans un foyer des Hautes-Alpes. Th : Med. Vet. : Lyon : 1987 ; 047. 131p.
- 23/LEFEVRE P. C., BLANCOU J ., CHERMETTE R.** 2003. principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail . LONDRES- PARIS- NEW YORK : Editions Médicales internationales , Editions TEC & DOC, 2003.
- 24/Malone, J.B., Jr.,** 1986. Fascioliasis and cestodiasis in cattle. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 2, 261-275.
- 25/ Martel. H, et Deloverdo. J,** 1906 : Abattoir publiques : inspection et administration.
- 26/ MASSEBOEUF L,** Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France, 2020

Bibliographie

- 27/ NIGSCH, LUGINBUHL, BRINER, et SUTER**, 2014. Manuel de dépistage de la tuberculose bovine. 2014. S.l. : Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaire Berne (Suisse).
- 28/ OABA**, 2013, Guide de recommandations relatives à la protection animale des ruminants à l'abattoir.
- 29/ OVF** (2006). Office Vétérinaire Fédéral Suisse ; Directives techniques concernant l'exécution du contrôle des animaux avant l'abattage du 24 Mai.
- 30/ OIE** (2008) Manuel terrestre de l'OIE, Manuel des tests diagnostiques et des vaccins pour les animaux terrestres, p.1332-1344, [http://web.oie.int/fr/normes/mmanual/pdf_fr/Volume%20_pdf/Chap%202.9.5._Cysticercoses_2008.pdf], (consulté le 15/12/2016).
- 31/ OIE** (2011) - Code sanitaire pour les animaux terrestres- Glossaire
- 32/ OIE** (2015) : Conférence mondiale sur la réduction des menaces biologiques .
- 33/ RÈGLEMENT(CE) N° 178/2002** du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32002R0178> [consulté le 23/03/2018].
- 34/ RÈGLEMENT (CE) N° 854/2004** du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004, • (Journal officiel de l'Union européenne « L 139 du 30 avril 2004) ; qui fixe les règles • spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale • destinés à la consommation humaine.
- règlement (CE) n°1099/2009 relatif à « la protection des animaux au moment de leur mise à mort » (Union Européenne, 2019)
- 35/ ROSS, J.G.**, 1968. The life span of *Fasciola hepatica* in cattle. Vet. Rec. 82, 587-589.

Bibliographie

36/ Séverine Erhel, Eric Jamet. Comprendre les effets des Serious Game Éducatifs sur l'apprentissage et la motivation. Le numérique en sociétés : actes du 9e Séminaire M@rsouin, tenu à Bénodet, les 26 et 27mai 2011 / sous la direction de Godefroy Dang Nguyen & Priscillia Créach, l'Harmattan, pp.177-194, 2012, 978-2-296-99211-5. hal-01784184

37 / SOLTNER, 1979 la production de la viande bovine. Collection sciences et techniques agricoles.

38/ Simone Stella Eugenio Scanziani Gabriele Ghisleni Manuale di ispezione e controllo delle carni, 2023, PARASITOSE IMPLIQUANT LES ANIMAUX DE RENTE

39/ Umhang G, Danan C, Boué F, Hydatidose et Echinococcus granulosus : nouveaux éléments épidémiologiques, Le Point Vétérinaire expert rural n° 366 du 01/06/2016

40/ woah.org, Site internet

Résumé :

L'inspecteur vétérinaire est un réel rempart pour protéger la santé du consommateur, mais également la santé animale. Pour tous ces rôles importants il est nécessaire d'acquérir de bonnes connaissances.

A l'heure du numérique, l'objectif de ce travail est de contribuer à la modernisation des outils pédagogiques afin de pallier certaines lacunes et de renforcer les connaissances dans le domaine de l'inspection post-mortem.

Notre outil est sous forme d'un environnement immersif au cœur d'un abattoir, permettant à l'utilisateur d'acquérir les notions importantes de l'inspections post-mortem, à travers plusieurs activités ludiques et interactives tels que des quiz ou encore la visualisation des techniques d'inspection comme les incisions.

Notre jeu sérieux a eu beaucoup de retours positifs de la part d'étudiants vétérinaire car sur les 32 participants ayant évalués notre prototype (version Alpha du jeu) près 93 % y voient un réel intérêt dans son utilisation support de révision , ce qui est encourageant pour développer notre outil et aborder davantage d'espèces et de maladies.

Mots clés : Inspection vétérinaire, abattoir, numérique, apprentissage, pédagogie, jeu sérieux

Summary:

The veterinary inspector serves as a crucial barrier in protecting consumer health as well as animal health. Acquiring substantial knowledge is essential for fulfilling these significant roles. In the digital age, the objective of this project is to contribute to the modernization of educational tools to address certain gaps and enhance knowledge in the field of post-mortem inspection. Our tool takes the form of an immersive environment within a slaughterhouse, allowing users to grasp important concepts of post-mortem inspections through various interactive and playful activities such as quizzes and visual demonstrations of inspection techniques like incisions. Our serious game has received positive feedback from veterinary students; out of 32 participants who evaluated our prototype (Alpha version of the game), 93% see genuine value in using it as a revision aid. This feedback encourages us to further develop our tool and expand its coverage to include more species and diseases.

Keywords: Veterinary inspection, abattoir, digital, learning, pedagogy, serious game

ملخص:

المفتش البيطري يعد حاجزاً حقيقياً لحماية صحة المستهلك وأيضاً صحة الحيوان. من الضروري اكتساب معرفة جيدة لتحقيق هذه الأدوار الهامة. في عصر الرقمية، يهدف هذا العمل إلى المساهمة في تحديث الأدوات التعليمية لسد بعض الثغرات وتعزيز المعرفة في مجال التفتيش بعد الموت. يأتي أداةنا في شكل بيئة غامرة داخل مسلخ، مما يسمح للمستخدمين بفهم المفاهيم الهامة للتفتيش بعد الموت من خلال أنشطة تفاعلية ولعبة مثل الأسئلة التفاعلية والاستعراضات المرئية لتقنيات التفتيش مثل الجراحات. لقد حصلت لعبتنا الجادة على تعليقات إيجابية من طلاب الطب البيطري؛ حيث رأى 93% من 32 مشاركاً قيموا نموذجنا الأولي (النسخة ألفا من اللعبة) أن هناك فائدة حقيقية في استخدامه كدعم للمراجعة. تشجيع هذا التعليق يدفعنا لتطوير أداةنا بشكل أكبر وتوسيع تغطيتها لتشمل المزيد من الأنواع والأمراض

الكلمات الرئيسية: الفحص البيطري، المسلخ، الرقمنة، التعلم، التربية، اللعبة التعليمية