

MEMOIRE DE MASTER

Conception, mise en place et évaluation d'une étude de cas numérique multilinéaire pour des étudiants de l'école vétérinaire de Toulouse

L'enquête épidémiologique dans un foyer infectieux

Septembre 2018

Master MEEF (Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation)

Mention « Pratiques et ingénierie de la formation »

Parcours : Master 2 « Conseil et Ingénierie pour l'Enseignement Supérieur » (CIES)

Soutenu par **Maud YAKOVLEFF**

Responsable de mémoire : André TRICOT

Tuteur professionnel : Mathilde PAUL

Membres du jury :

André TRICOT, Isabelle CHENERIE, Mathilde PAUL

Table des matières

I.	Introduction.....	3
II.	Etat de l'Art.....	4
1.	L'utilisation des études de cas dans l'éducation	4
2.	Utilisation des hypermédias dans les apprentissages	13
3.	L'utilisation d'un document hypertexte pour une étude de cas clinique.....	17
III.	Méthodologie	18
1.	Définition des objectifs pédagogiques et des compétences attendues	18
2.	Rédaction du scénario pédagogique de la séance de cours	21
3.	Rédaction et mise en forme de l'étude de cas sous PowerPoint	24
4.	Evaluation des enseignements par les étudiants (EEE).....	28
5.	Evaluation des parcours suivis par les étudiants	29
IV.	Résultats	30
1.	Résultats de l'évaluation des enseignements par les étudiants (EEE)	30
2.	Etude des parcours suivis par les étudiants	35
V.	Discussion	38
1.	Des objectifs solides, mais une séance de cours qui mérite une restructuration	38
2.	L'utilisation de Microsoft PowerPoint et des liens hypertextes.....	41
3.	Analyse de l'EEE	43
4.	Méthode d'enregistrement des parcours et d'analyse	46
5.	Une partie-prenante tenant plusieurs rôles. Quels biais d'interprétation ?.....	48
VI.	Conclusion.....	49
VIII.	Bibliographie	51
	Annexes	58

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Comparaison des étapes du processus de conception d'un document hypermédia avec celles d'un document hypermédia adaptatif (Brusilovsky, 2003)	16
Tableau 2 : Caractéristiques des 29 études de cas trouvées	19
Tableau 3 : Extrait du tableau présentant la comparaison des objectifs pédagogiques atteints selon l'étude de cas	19
Tableau 4 : Compétences et objectifs pédagogiques de l'étude de cas.....	20
Tableau 5 : Scénario pédagogique du TD	22
Tableau 6 : Définition des tâches, supports, et engagements pris au cours du TD	23
Tableau 7 : Etapes de l'étude de cas, type d'action et conséquences des réponses.....	25
Tableau 8 : Critères, indicateurs, et questions correspondantes de l'EEE.....	29
Tableau 9 : Catégorisation des commentaires libres : points positifs, et points à améliorer ...	35
Tableau 10 : Timing de la séance en fonction des groupes.....	36
Tableau 11 : Parcours suivis par les étudiants au moment des étapes clés	37
Tableau 12 : Récapitulation des principales mesures utilisées dans l'analyse des parcours. Les * indiquent que la mesure est inverse : plus la valeur est grande, moins la performance est bonne. (Amadiou et al., 2010)	47

Liste des figures

Figure 1 : Comparaison du CBL et du PBL (Srinivasan, 2007)	6
Figure 2 : Capture de 4 diapositives de l'étude de cas sous PowerPoint.....	27
Graphique 1 : Résultats de l'EEE : les objectifs	30
Graphique 2 : Résultats de l'EEE : la structure du cours.....	31
Graphique 3 : Résultats de l'EEE : structure du ppt	32
Graphique 4 : Résultats de l'EEE : Contenu.....	33
Graphique 5 : Résultats de l'EEE : appréciation globale.....	34

Liste des abréviations

CBL : Case-based learning
EEE : évaluation des enseignements par les étudiants
PBL : Problem-based learning
QCM : question à choix multiple
TD : travaux dirigés

I. Introduction

En 2015 et 2016, la France a connu deux crises de grippe aviaire affectant fortement le cheptel de volailles du Sud-Ouest. Lors de ces crises, des vétérinaires épidémiologistes ont découvert que le virus avait probablement été introduit par des oiseaux sauvages en provenance de Mongolie, sur leur trajet migratoire vers l'Afrique (Napp, Majó, Sánchez-González, & Vergara-Alert, 2018). Par la suite, l'hypothèse principale de propagation du virus entre élevages était le transport d'animaux vivants (Guinat et al., 2018). Pour arriver à de telles conclusions, ces épidémiologistes ont suivi une méthode d'investigation complexe, qui doit être enseignée aux étudiants vétérinaires. C'est précisément la recherche d'une nouvelle manière de l'enseigner qui a fait l'objet de mon mémoire. En effet, nous avons conçu, mis en place, et évalué un nouveau dispositif pédagogique permettant d'enseigner la démarche d'investigation épidémiologique.

Habituellement, le cours se déroulait en deux parties : la théorie de l'investigation était présentée sous forme de cours magistral, puis les étudiants étaient invités à suivre une étude de cas papier, linéaire, guidée question par question. Mais les enseignants constataient qu'en sortant de ce cours, les étudiants retenaient que la démarche d'enquête était simple, sans obstacle, composée de dix étapes à suivre de manière linéaire pour pouvoir conclure. Or dans la réalité les épidémiologistes rencontrent de nombreux obstacles (humains, matériels, biologiques...), les étapes se réalisent au même moment en parallèle, et il faut savoir s'adapter car chaque enquête est unique. Nous avons donc identifié un réel besoin de changement qui nous a amené à repenser la méthode d'enseignement de ce cours.

Nous voulions mettre les étudiants dans une situation proche de la réalité, ce qui nous a poussé à rédiger une étude de cas. Notre souhait était qu'elle soit multilinéaire, ce qui nous a amené à penser à l'utilisation de liens hypertextes dans un document numérique (PowerPoint), pour permettre aux apprenants de suivre différents chemins.

Notre principale question était de savoir comment concevoir une étude de cas innovante sur l'investigation épidémique grâce au logiciel Microsoft PowerPoint et à des liens hypertextes, qui puisse améliorer la satisfaction des étudiants et les apprentissages.

Dans ce rapport, nous allons présenter ce nouveau dispositif pédagogique que nous avons conçu, et le chemin que nous avons suivi pour y aboutir. Nous présenterons aussi la manière dont s'est déroulée la mise en place de ce dispositif face à un groupe d'étudiants vétérinaires. Enfin, nous pourrions évaluer le dispositif selon deux méthodes : la première est « objective »,

elle est fondée sur l'observation des comportements et des chemins suivis par les étudiants au cours du TD ; la seconde est « subjective », c'est une évaluation des enseignements par les étudiants (EEE). Grâce aux éléments récupérés, nous pourrions déjà proposer des pistes d'amélioration de notre dispositif pédagogique.

Pour présenter notre travail, nous ferons tout d'abord une revue de la littérature sur l'utilisation et l'évaluation des études de cas dans les études médicales et vétérinaires, et sur la place des hypermédias dans l'éducation. Nous présenterons ensuite les méthodes que nous avons suivies pour concevoir et mettre en place l'étude de cas et son évaluation. Par la suite, nous présenterons les résultats de son évaluation. Et nous terminerons par une discussion des résultats obtenus, en apportant un regard critique sur le travail effectué.

Avant de détailler notre projet spécifique, faisons un état de la littérature.

II. Etat de l'Art

Nous avons entrepris de faire l'état de l'art selon deux axes principaux du mémoire :

- l'utilisation des études de cas en éducation, notamment dans les sciences de la santé, et plus spécifiquement les sciences vétérinaires ;
- l'utilisation des hypermédias dans l'apprentissage, en étudiant leurs intérêts et limites, et la manière dont ils peuvent être utilisés.

Enfin, nous avons essayé de trouver des études reliant ces deux aspects (des études de cas utilisant des liens hypertextes), mais la littérature est assez pauvre dans ce domaine. Nous présenterons donc notre état des lieux de la littérature selon ces trois étapes.

1. L'utilisation des études de cas dans l'éducation

⇒ *Qu'est-ce qu'une étude de cas ?*

Pour commencer, intéressons-nous à la définition même de l'étude de cas. Dans la littérature, on retrouve le terme de *Case-based learning* (CBL), dont la définition et les objectifs sont précis et définis. La définition la plus complète que nous avons trouvée se trouve sur le site du Queen's University (2018) [traduction libre]:

L'utilisation du CBL engage les étudiants dans la discussion à propos de situations précises, généralement des exemples réels. Cette méthode est centrée sur l'apprenant et implique une interaction intense entre les participants. Le CBL se concentre sur la construction de connaissances et le groupe travaille ensemble pour résoudre le cas. Le

rôle de l'enseignant est celui d'un facilitateur, et les étudiants abordent ensemble les problèmes dans une perspective qui nécessite une analyse. Généralement, le CBL implique que les apprenants résolvent des questions qui n'ont pas de réponse unique.

Cette définition a été reprise par Thistlethwaite en 2012, dans une revue de la littérature analysant les preuves de l'efficacité du CBL dans les programmes de formation des professionnels de la santé. Thistlethwaite précise que dans les études médicales, le but du CBL est de préparer les étudiants à la pratique clinique, en appliquant leurs connaissances à la résolution de cas, tout en utilisant une méthode d'enquête guidée. D'après elle, ce lien entre la théorie et la pratique est un élément essentiel du CBL. D'autres auteurs insistent sur l'aspect collaboratif de l'étude de cas, qui doit se réaliser en petit groupe (Srinivasan, Wilkes, Stevenson, Nguyen, & Slavin, 2007). Enfin, d'autres articles donnent des définitions équivalentes à celles des sources citées précédemment (Bonney, 2015; Dupuis & Persky, 2008; Lundeberg, Yadav, Thompson, & Kelvin, 2006; Srinivasan et al., 2007).

Dans la littérature, le CBL est souvent associé au *Problem Based-Learning* (PBL). Nous allons étudier sa définition dans le paragraphe suivant, et comment ces deux méthodes pédagogiques peuvent être comparées.

⇒ *Comparaison entre le CBL et le PBL*

Dans sa revue datant de 2006, Savery définit le PBL comme suit [traduction libre] :

Le PBL est une approche pédagogique centrée sur l'apprenant qui l'incite à conduire des recherches, à associer la théorie et la pratique, et à mettre en application des connaissances et des compétences pour développer une solution viable à un problème défini.

D'après Savery, une bonne méthode de PBL doit comprendre les caractéristiques ci-dessous.

- 1) Partir d'un problème mal structuré.
- 2) Intégrer différentes disciplines.
- 3) Permettre aux étudiants de travailler en collaboration, par petits groupes.
- 4) Forcer l'étudiant à faire des recherches en parallèle.
- 5) Permettre de lancer une discussion sur ce qui a été appris (concepts, principes).
- 6) Permettre aux étudiants de savoir ce qu'ils ont appris (auto évaluation et évaluation par les pairs).

- 7) Evaluer régulièrement l'étudiant sur la progression dans la résolution du problème.
- 8) Etre la base principale de la pédagogie, pas une part du curriculum.
- 9) Mettre l'enseignant dans un rôle d'animateur de l'apprentissage, et non de transmetteur d'informations.

Si l'on compare cette définition à celle du CBL proposée par le Queen's University, on se rend compte que les deux méthodes sont proches. En effet, on comprend de l'analyse de Savery que tous les points cités sont vrais aussi pour le CBL (excepté le point 8). En 2007, Srinivasan a réalisé une étude afin de comparer le PBL et le CBL grâce aux perceptions des enseignants et des étudiants. Il propose dans son article un schéma comparant les deux méthodes, présenté dans la Figure 1 ci-dessous.

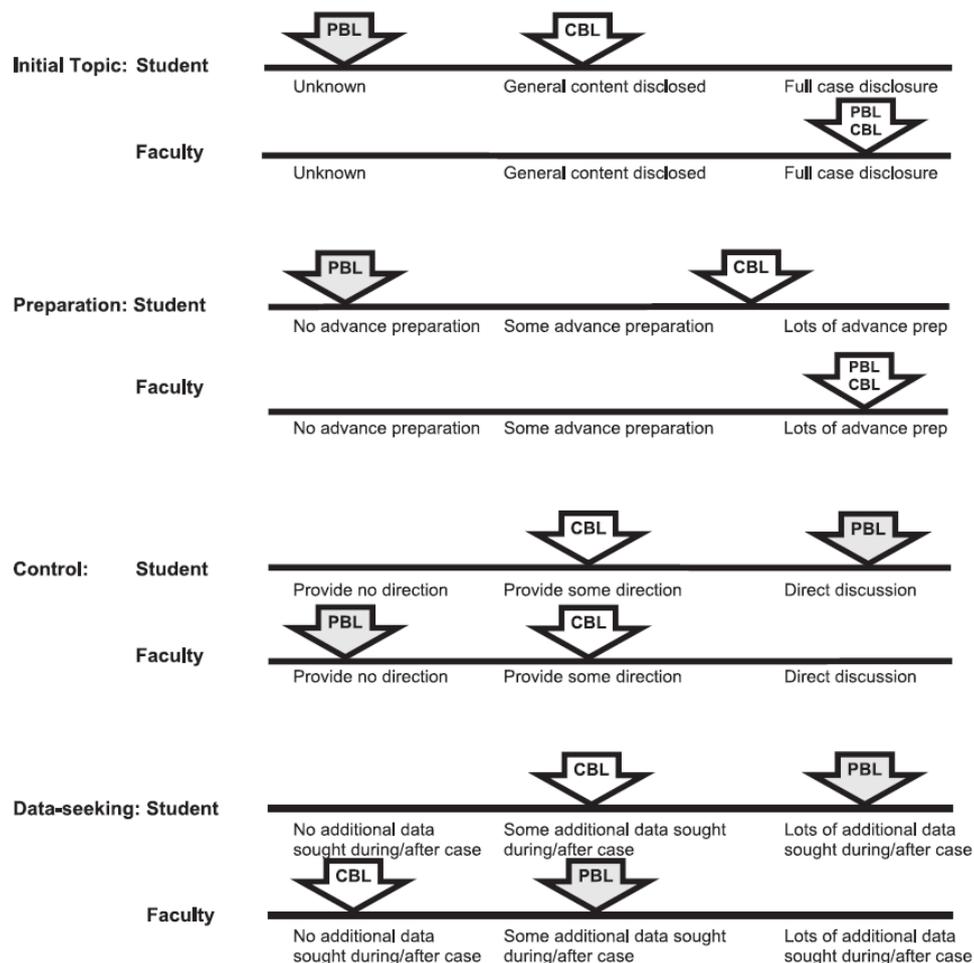


Figure 1 : Comparaison du CBL et du PBL (Srinivasan, 2007)

Ce schéma permet de montrer que les deux méthodes demandent beaucoup de temps de préparation aux enseignants (Figure 1). Ceci est d'autant plus vrai pour le PBL, pour lequel des recherches supplémentaires peuvent être utiles à l'enseignant pendant ou après le cours. On trouve aussi des différences notables entre ces méthodes. En effet, dans le CBL l'enseignant

guide les étudiants vers le bon chemin dès qu'ils s'en écartent, les objectifs sont définis, l'ensemble est assez structuré, et on demande aux étudiants une préparation en amont à la maison (Srinivasan et al., 2007). Au contraire, le PBL est très peu guidé (on laisse les étudiants se tromper), peu structuré, les objectifs ne sont pas précis, et aucun travail n'est demandé en amont (Srinivasan et al., 2007).

D'après Savery (2006), le CBL est bien centré sur l'étudiant, mais on ne demande pas à l'apprenant de définir le problème, ce qui simplifie le démarrage de la résolution. Ce même auteur précise que le CBL peut permettre d'évaluer certaines compétences requises pour le PBL. Enfin, certains auteurs différencient les méthodes selon un autre aspect : dans le PBL, l'étudiant n'a pas d'information sur la théorie, et le but est de leur faire comprendre la méthode de résolution de problème ; alors que dans le CBL, l'étudiant connaît la théorie, et apprend à la mettre en place et à l'assimiler plus profondément (Malher, Bareille, Noordhuizen, & Seegers, 2009).

Dans ce mémoire, nous nous situons plutôt dans le cas du CBL, car nous prévoyons de guider les étudiants. Cependant, notre étude de cas se situera à la limite entre les deux méthodes, car les étudiants ne devront pas travailler en amont du cours, et nous les laisserons prendre de mauvais chemins, prédéfinis en amont.

Nous allons maintenant décrire l'utilisation de ces méthodes dans les cursus actuels.

⇒ *Présence du CBL et du PBL dans les cursus médicaux, vétérinaires, ou autres*

L'histoire du CBL dans les études médicales a commencé en 1912, lorsque James Lorrain Smith a publié à Edimbourg la « Méthode par cas pour enseigner la pathologie » [traduction libre] (Sturdy, 2007). C'est ensuite la Harvard Business School qui est reconnue comme la première institution à avoir utilisé le CBL dans ses enseignements, depuis 1920 jusqu'à aujourd'hui (Thistlethwaite et al., 2012).

La méthode du PBL est maintenant ancrée dans de nombreux programmes, de l'école primaire à l'université. Cependant, historiquement c'est bien dans les facultés de médecine que l'on a mis en place les premiers cursus centrés sur l'étudiant, la multidisciplinarité, et la formation continue, les pionniers étant l'université de McMaster au Canada, en 1980 (Savery, 2006).

Aujourd'hui, ces méthodes focalisées sur l'étudiant plutôt que sur l'enseignant sont employées dans presque toutes les universités de médecine (Savery, 2006), et de nombreuses universités vétérinaires (Lane, 2008). Dans le cursus qui est commun aux quatre écoles vétérinaires françaises, l'approche est en cours de changement mais historiquement l'enseignement se veut très centré sur l'enseignant (Malher et al., 2009).

Nous allons maintenant étudier les preuves de l'efficacité du CBL et du PBL dans la littérature, puis nous ferons un focus sur les méthodes d'évaluation des apprentissages et d'évaluation des enseignements les étudiants et les enseignants.

⇒ *Preuves de l'efficacité du CBL et du PBL*

Quand ces méthodes d'instruction peu guidées ont commencé à être largement utilisées, certains auteurs ont mis en place des protocoles de recherche afin d'évaluer l'efficacité du CBL et du PBL. Par exemple dans leur étude, Grauer, Forrester, Shuman, & Sanderson (2008) ont séparé 110 étudiants de troisième année vétérinaire en deux groupes, de manière aléatoire. Le premier groupe suivait un cours basé sur le CBL (ou PBL, il n'y avait pas de distinction entre les deux méthodes), et le deuxième un cours magistral. Les enseignements étaient dispensés par deux professeurs différents, dans deux classes séparées, simultanément. Les enseignants recevaient l'affectation à un groupe de manière aléatoire, changeaient de classe après les premières séances de cours, et discutaient quotidiennement des avancées pour assurer une continuité. Les étudiants des deux groupes étaient évalués sur le même QCM une semaine après la fin des cours (obligatoire), puis quatre mois plus tard (facultatif, mais rémunéré). Le questionnaire comportait des questions de niveau bas, moyen et élevé. Ainsi, les auteurs ont pu comparer les moyennes des étudiants des deux groupes, au premier et au second QCM, ainsi que l'évolution des moyennes entre les deux évaluations. Ils ont aussi pu comparer ces résultats pour les différents niveaux de difficulté des questions.

Ce type de protocole a été mené dans plusieurs études : le CBL et le PBL paraissent efficaces dans l'absolu, mais il est difficile de prouver qu'ils sont plus efficaces que les méthodes traditionnelles (Grauer et al., 2008; Lundeberg et al., 2006; Savery, 2006; Thistlethwaite et al., 2012). Dans sa revue de la littérature de 2012, Thistlethwaite explore, analyse, et synthétise des preuves de l'efficacité du CBL. Sur les 104 articles sélectionnés (dont 8 concernaient le milieu vétérinaire), seuls 23 étaient significatifs (dont 3 pour le milieu vétérinaire), et même en essayant de répondre à la question, aucun n'arrivait à prouver que le CBL était plus efficace que les autres méthodes. Dans ces articles, l'évaluation à long-terme

était très peu recherchée. Nous allons nous intéresser à des articles tirant des conclusions différentes : certains qui expliquent pourquoi le CBL n'améliore pas toujours les apprentissages, et sous quelles conditions il peut être efficace ; et d'autres qui arrivent à prouver que le CBL et le PBL sont plus efficaces que d'autres méthodes d'enseignement.

Kirschner, Sweller, & Clark (2006) expliquent que généralement, les méthodes d'enseignement guidées sont plus efficaces sur l'acquisition des apprentissages que les méthodes peu ou pas guidées. Elles commencent à être efficaces quand les apprenants ont assez de connaissances antérieures pour avoir leur propre guidage interne. Kirschner s'appuie à la fois sur les connaissances actuelles en termes d'architecture cognitive et sur les conclusions de la recherche appliquée pour justifier que les méthodes non-guidées ne sont pas efficaces. Il explique qu'une méthode d'apprentissage efficace doit pouvoir modifier la mémoire à long-terme. Or lors du PBL, l'apprenant surcharge sa mémoire de travail avec de nouvelles informations, et utilise cette mémoire pour trouver des solutions, et non pour apprendre ; ainsi, il ne stocke pas d'information dans sa mémoire à long-terme, et l'apprentissage est inefficace. Kirschner s'appuie également sur les propos d'Aulls (2002), qui a observé des enseignants menant un cours appliquant le PBL : il s'est aperçu que la plupart d'entre eux se retrouvaient à devoir guider le cours de manière beaucoup plus importante que ce qu'ils avaient prévu au départ, afin de faciliter l'acquisition des apprentissages. Dans l'étude dont nous avons présenté le protocole précédemment (Grauer et al., 2008), l'auteur montre que ces méthodes centrées sur l'apprenant ne leur profitent pas à long terme ; en effet, les notes entre les deux évaluations n'augmentent que pour les étudiants qui ont suivi le cours magistral (pour les autres, les notes stagnent).

Cependant, les auteurs arrivent parfois à des conclusions sur l'efficacité du CBL et du PBL. En effet, certains articles montrent que les études de cas paraissent plus adaptées pour l'apprentissage profond de notions complexes chez des étudiants vétérinaires (Grauer et al., 2008), ou en soins infirmiers (Hofsten, Gustafsson, & Häggström, 2010). Dans un autre article, les auteurs montrent que le CBL est significativement plus efficace que d'autres méthodes pour améliorer les performances des étudiants en biologie générale (Bonney, 2015). Lors d'une revue s'intéressant à l'inclusion du PBL dans les cursus vétérinaires, Lane (2008) explique que les résultats au *National Medical Licensing Examination in North America* sont meilleurs quand le PBL est inclus dans le cursus. Dans cette même étude, Lane montre que d'après plusieurs papiers, les étudiants retiennent moins de connaissances, mais qu'ils se rappellent mieux de la connaissance acquise. En 2008, Dupuis a montré que les étudiants en médecine ayant suivi un

cours en CBL avaient eu de meilleurs résultats à l'évaluation finale. Une autre étude réalisée au Pakistan conclut que les étudiants en médecine qui avaient suivi un cursus avec du PBL s'orientaient plus volontiers vers la recherche, et étaient meilleurs pour mener des projets de recherche (Khan, Taqui, Khawaja, & Fatmi, 2007). Cela montrerait le développement de compétences globales, pouvant servir dans différents domaines scientifiques.

D'après certains auteurs, les études de cas pourraient gagner en efficacité si elles étaient incluses dans un processus de classe inversée, car elles permettraient d'aller plus loin dans la discussion avec un fort bagage théorique (Freeman Herreid & Schiller, 2012). Un projet réalisé dans une faculté de biologie a montré un résultat intéressant : les études de cas ne sont pas plus efficaces si c'est le concepteur de l'étude de cas qui enseigne, ou un collègue à lui (Bonney, 2015).

Dans son étude comparative du CBL et du PBL, Srinivasan (2007) liste les avantages du CBL par rapport au PBL :

- le CBL encourage le débat la discussion, tout en visant des objectifs d'apprentissage précis,
- le CBL permet à l'apprenant de se focaliser sur des points clés de l'étude de cas,
- le CBL permet d'avoir une approche structurée de la clinique,
- le suivi proche permet à l'enseignant d'apporter des corrections et de s'adapter pendant le cas,
- dans Le CBL, c'est plus facile de gérer les leaders dans les groupes.

Mais l'auteur liste aussi des inconvénients par rapport au PBL :

- le CBL diminue la curiosité,
- le CBL produit une mentalité de "spoon-feeding" : les enseignants ont toujours une réponse à apporter aux étudiants.

Nous allons maintenant étudier plus spécifiquement les méthodes d'évaluation des apprentissages dans le CBL et le PBL.

⇒ *L'évaluation des apprentissages dans le CBL et le PBL*

Dans la littérature, les méthodes d'évaluation du CBL et du PBL sont variées. Dans une revue de la littérature étudiant les effets du PBL sous l'angle de l'évaluation, Gijbels & Dochy (2005) détaillent les différentes méthodes d'évaluation utilisées dans le PBL, et les comparent

selon le niveau de connaissance évalué. Pour commencer, voici les méthodes d'évaluation portant la compréhension des concepts.

- Test de progrès : 250 questions vrai/faux pour évaluer les objectifs d'un curriculum complet.
- Free recall (rappel libre) : les étudiants sont invités à écrire de manière non-structurée tout ce qu'ils savent sur un sujet précis.
- Questions à réponses courtes.
- QCM.
- Examen oral.
- Test des performances, en donnant une note à l'étudiant en action.

Ils décrivent ensuite les méthodes portant sur la compréhension des principes qui lient les concepts.

- Dissertation.
- Questions à réponse courtes.
- Examen oral.
- Test des performances, en donnant une note à l'étudiant en action.
- Etudes de cas réels : les étudiants doivent répondre à des questions sur des cas réels.

Enfin, Gijbels décrit les processus d'évaluation traitant de la liaison des concepts et des principes aux conditions et procédures d'application.

- *Modified essay questions* (MEQ), i.e. une série de questions ouvertes sur un problème. Les étudiants reçoivent de nouvelles informations seulement après avoir répondu à certaines questions.
- La simulation de patients : on évalue les compétences cliniques selon la réponse des étudiants à des questions spécifiques, sur des patients simulés.
- Etudes de cas réels : les étudiants doivent répondre à des questions sur des cas réels.
- Dissertations, avec pour but d'appliquer la connaissance à un cas particulier.
- Test des performances, en donnant une note à l'étudiant en action.

Nous remarquons donc que le choix de la méthode d'évaluation est large, et à réfléchir en fonction de ce qu'on souhaite évaluer. Dans le PBL, généralement on souhaite connaître la capacité des étudiants à appliquer une méthode et un raisonnement plus que leur capacité à

restituer des connaissances, ce qui explique que certaines méthodes d'évaluation classiques ne soient pas efficaces pour le PBL (Major & Palmer, 2001).

L'évaluation de l'efficacité de ces méthodes étant parfois compliquée à mettre en place, cela peut être plus simple d'évaluer la perception des étudiants, voire des enseignants. C'est ce que nous allons voir dans le paragraphe suivant.

⇒ *L'évaluation du CBL et du PBL par les étudiants et les enseignants*

Les résultats sont souvent plus positifs que l'évaluation de l'efficacité. En effet, de nombreuses études ont prouvé que globalement, les étudiants étaient satisfaits : dans le milieu vétérinaire (Grauer et al., 2008; Lane, 2008; Malher et al., 2009), mais aussi dans les études de médecine (Dupuis & Persky, 2008; Srinivasan et al., 2007; Thistlethwaite et al., 2012), ou de biologie générale (Bonney, 2015).

Plus spécifiquement, le CBL améliore la perception des apprentissages par les étudiants (Dupuis & Persky, 2008; Grauer et al., 2008; Malher et al., 2009; Thistlethwaite et al., 2012). Mais il améliore aussi leur motivation et leur engagement (Lane, 2008; Malher et al., 2009; Thistlethwaite et al., 2012). Un projet de recherche a analysé spécifiquement la capacité des étudiants à apprendre les uns des autres grâce à une étude de cas (Thurman, Volet, & Bolton, 2009). Lors du pré-test proposé en début de cours sur leurs méthodes d'apprentissages, 32% (34/105) des étudiants ont répondu apprendre en partie les uns des autres d'une manière générale ; à la fin de l'étude de cas, tous les étudiants étaient d'accord qu'ils avaient appris les uns des autres pendant cette étude de cas.

La satisfaction des enseignants a été étudiée dans quelques études et il ressort une satisfaction globale, expliquée par la motivation des étudiants face à l'étude de cas (Kaufert et al., 2010), et la réalisation des objectifs d'apprentissages (Reimer et al., 2006).

Dans son article comparant les méthodes de CBL et de PBL, Srinivasan (2007) montre que le CBL est de loin préféré par les étudiants (89%) et par les enseignants (84%) car il permet moins de digressions, une charge de travail moindre pour les étudiants, et offre plus d'opportunités d'appliquer des compétences cliniques.

Après avoir étudié l'utilisation du CBL et du PBL dans les études, nous allons nous intéresser au deuxième aspect de notre étude bibliographique : l'utilisation des hypermédias dans les apprentissages.

2. Utilisation des hypermédias dans les apprentissages

⇒ *Quelques définitions et historique autour des hypermédias*

En 1987, Conklin présente le concept de l'hypertexte et son histoire. Il explique que les hypertextes existent depuis plus longtemps qu'on peut l'imaginer, les dictionnaires et les encyclopédies utilisant déjà ce concept. Mais beaucoup d'auteurs préfèrent restreindre la définition aux hypertextes utilisant l'ordinateur. Conklin explique que le premier à avoir décrit le concept est Bush, le conseiller scientifique du président Roosevelt, lors d'un article publié à la fin de la seconde guerre mondiale, dans lequel il appelle à un effort pour mécaniser le système de littérature scientifique (Bush, 1945). Dans cet article, il décrit ce qu'il appelle le « Memex », une machine fictive permettant de naviguer et de prendre des notes sur des articles, dans un système en ligne graphique et textuel. Cette machine permettrait de retrouver une information recherchée, notamment en cliquant sur certains items. Bush était en avance sur son temps, et une partie de ce qu'il avait imaginé s'est réellement développée quelques décennies plus tard.

Dans sa revue historique, Conklin cite une des premières définitions du terme, écrite par un des pionniers du concept, Nelson (1967) [traduction libre] : « une combinaison de texte en langage naturel avec la capacité de l'ordinateur pour un branchement interactif, ou un affichage dynamique (...) d'un texte non linéaire (...) qui ne peut pas être imprimé de manière pratique sur une page conventionnelle ». Bien sûr, il faut remettre cette définition dans son époque, et surtout en regard de l'avancée de la technologie des ordinateurs à ce moment-là. Vingt ans plus tard, Conklin définit l'hypertexte comme « des fenêtres sur l'écran, [qui sont] associées avec des objets dans une base de données, et des liens existent entre ces objets, à la fois graphiquement et dans la base de données ».

Après Conklin, malgré la littérature conséquente dans le domaine des hypertextes et des hypermédias, la définition même des termes est rarement rappelée dans les différentes études. En 1996, Kommers, Grabinger, & Dunlap expliquent tout de même ces différents termes dans un ouvrage. Ainsi, ils définissent l'hypertexte comme une méthode pour créer et accéder à des textes non-linéaires. Ils précisent que certains mots ou groupes de mots se réfèrent à d'autres mots ou groupes de mots d'un autre paragraphe, et que l'apprenant est libre de cliquer sur le lien ou non. Kommers et al. définissent l'hypermédia de la même manière que l'hypertexte, à la différence que l'on peut cliquer sur des groupes de mots, des zones d'une image, ou des fragments de vidéo, d'une animation, ou d'un document sonore. Allant dans le même sens, dans l'introduction de leur article, Amadiou et Tricot (2006) définissent les documents hypermédias

comme « un document composé de nombreuses unités documentaires reliées entre elles selon une structure non linéaire » ; et ils précisent que les unités documentaires ne sont autres que des textes, ou des images fixes ou animées. Cette définition n'ayant pas changé aujourd'hui, nous la garderons pour définir les hypermédias.

Les hypermédias ont rapidement été utilisés pour l'apprentissage (dès les années 1980), car cela ouvrait de nouvelles possibilités pédagogiques (Dillon & Gabbard, 1998). Nous allons voir dans le prochain paragraphe si ces documents hypermédias pédagogiques sont efficaces, et sous quelles conditions.

⇒ *Les systèmes hypermédias améliorent-ils l'apprentissage ? Sous quelles conditions ?*

Les études qui s'intéressent à l'efficacité des documents hypermédias pour l'éducation n'ont pas toujours des résultats positifs : nous allons voir qu'ils peuvent être efficaces sous certaines conditions, et ne pas être adaptés à certains types d'apprentissage. Un des premiers éléments allant dans ce sens est que les documents hypermédias paraissent plus pertinents pour l'apprentissage de connaissances complexes (Blom, Segers, Knoors, Hermans, & Verhoeven, 2018; Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004). Ceci est à mettre en relation avec le fait que le niveau de connaissances antérieures ou d'expertise paraît avoir une influence sur l'efficacité des hypermédias. En effet, les apprenants de plus faible niveau de connaissance sur le sujet proposé ont besoin de lire tous les documents associés aux liens hypertextes, et se perdent alors dans la structure du système dans son ensemble ; au contraire, les apprenants plus experts cherchent à approfondir certains thèmes seulement, et cette sélection leur permet de suivre la structure globale (Amadiou & Tricot, 2006; Amadiou, Tricot, & Mariné, 2004, 2011; S. Y. Chen, Fan, & MacRedie, 2006). Cependant, ces résultats sont controversés par des études ayant montré que les connaissances antérieures n'avaient aucun impact sur l'efficacité des hypermédias (Blom et al., 2018; Yildirim, Ozden, & Aksu, 2001). Cependant, des connaissances techniques, telles qu'une expérience générale de l'utilisation des ordinateurs semble aider à la compréhension générale du dispositif (Brinkerhoff, Klein, & GKoroghlanian, 2001).

L'interface d'un document hypermédia peut impliquer une surcharge cognitive, source de confusion pour l'apprenant. En conséquence, certaines études montrent que les résultats en termes d'apprentissage ne sont pas bons, car l'apprenant se perd dans la structure non linéaire (Amadiou & Tricot, 2006; Spiro, Feltovich, Jacobson, & Coulson, 1995). Une étude récente a

même montré des résultats négatifs des hypertextes sur l'apprentissage pour des enfants de 12-13 ans (Blom et al., 2018).

Ainsi, on comprend de l'étude de la littérature que les hypermédias qui seront le plus efficaces sont adressés à des personnes ayant déjà un certain niveau de connaissances dans le domaine, et il ne faut pas que la structure soit trop compliquée pour ne pas perdre l'apprenant.

Nous allons maintenant nous intéresser à un aspect clé recherché des documents hypermédias : s'adapter à chaque apprenant.

⇒ *Les hypermédias permettent-ils de s'adapter aux apprenants ?*

Les enseignants ne doivent pas supposer que les étudiants bénéficieront de la même manière d'un document hypermédia. En effet, une étude a montré que l'efficacité de la structure d'un document hypermédia était en relation directe avec le style cognitif (S. Chen, 2002). Les « *field independent* » (indépendants à l'égard du champ ; i.e. ceux qui savent repérer les indices pertinents à mettre en exergue dans un contenu global) ont besoin d'une structure plutôt complexe, alors que les « *field dependent* » (dépendants à l'égard du champ ; i.e. ceux qui ont une approche passive, qui s'attachent au premier indice peu importe sa pertinence) auront besoin d'être guidés car la confusion sera facile. C'est pour cela que de nombreux auteurs se sont demandé à quel point les documents hypermédias pouvaient s'adapter à l'apprenant, et si cela était efficace.

Dans sa revue de la littérature sur les *adaptive educational hypermedias* (AEH), Akbulut (2012) définit deux termes majeurs dans ce domaine. L'adaptivité, qui peut être définie comme la capacité du système d'instruction à modifier les enseignements en utilisant des paramètres spécifiques des besoins de l'apprenant. Au contraire, l'adaptabilité est la possibilité pour les apprenants de choisir eux-mêmes certains paramètres des expériences d'apprentissage. Les AEH permettent de s'adapter à chaque étudiant, notamment dans des cours en grand groupe (Graf, Liu, Kinshuk, Chen, & Yang, 2009). Cependant, Akbulut a trouvé très peu d'articles étudiant l'efficacité des AEH, donc il est compliqué de conclure sur leur effet bénéfique (Akbulut & Cardak, 2012).

Un des points centraux de l'apport des hypermédias à la pédagogie est aussi de transmettre des connaissances adaptatives, qui peuvent être transférées à de nouvelles situations. C'est ce que nous allons voir dans le paragraphe suivant, qui se fonde sur la théorie de la flexibilité cognitive.

⇒ *Les hypermédias et la théorie de la flexibilité cognitive*

La théorie de la flexibilité cognitive, présentée par Spiro (1995), est une théorie complexe qui est difficile à définir. Nous reprendrons la description faite par Amadiou (2004) : « la théorie de la flexibilité cognitive suggère que la diversité des contenus et des exemples favoriserait la construction de schémas abstraits pertinents pour de nouvelles situations ». On peut appliquer cette théorie aux documents hypertextes, dans lesquels les apprenants sont libres de suivre autant d'exemples qu'ils le souhaitent, jusqu'à acquérir une connaissance transférable à n'importe quelle situation (Spiro, Collins, & Ramchandran, 2007).

Brusilovsky (2003) propose de découvrir les secrets de la création d'AEH. Les caractéristiques des AEH, et des documents hypermédias simples lors de la phase de conception sont comparées dans le Tableau 1 ci-dessous. On notera que l'étude de cas que nous voulons concevoir dans ce mémoire n'est pas adaptatif : en effet, nous ne ferons pas de lien hypertexte pour chaque élément de connaissance, avec un rappel théorique.

Tableau 1 : Comparaison des étapes du processus de conception d'un document hypermédia avec celles d'un document hypermédia adaptatif (Brusilovsky, 2003)

<i>Regular educational hypermedia</i>	<i>Adaptive educational hypermedia</i>
<i>Design</i>	
	Design and structure the knowledge space
	Design a generic user model
	Design a set of learning goals
Design and structure the hyperspace of educational material	Design and structure the hyperspace of educational material
	Design connections between the knowledge space and the hyperspace of educational material
<i>Authoring</i>	
Create page content	Create page content
Define links between pages	Define links between pages
	Create some description of each knowledge element
	Define links between knowledge elements
	Define links between knowledge elements and pages with educational material

⇒ Quelques éléments de méthodologie lors de la création d'un document hypermédia

Dans ce paragraphe, nous voulons faire ressortir les éléments de méthode trouvés dans la littérature, pouvant nous aider dans la conception de notre étude de cas. On notera tout d'abord qu'il a été montré que le temps moyen par page était plus faible dans des documents hypermédiés comparé à des documents linéaires (Blom et al., 2018). Il faudra donc faire attention à être concis et à aller à l'essentiel pour ne pas perdre l'attention de l'apprenant.

D'autre part, la structure multilinéaire peut être adaptée à nos apprenants, mais il faut connaître leur niveau de connaissance pour doser la complexité du document. Une structure trop profonde pourrait gêner la compréhension, notamment si les étudiants ont un faible niveau de connaissances (Liu, 2004). De même, une macrostructure hiérarchique entraînerait de meilleurs résultats qu'une structure en réseau pour des lecteurs de faible niveau de connaissances (Amadiou et al., 2011). Il faudra donc évaluer le public auquel on s'adresse avant de concevoir notre étude de cas.

Pour terminer notre revue de la littérature, nous allons présenter un article utilisant PowerPoint et des liens hypertextes pour concevoir des études de cas cliniques dans une université vétérinaire.

3. L'utilisation d'un document hypertexte pour une étude de cas clinique

Dans la littérature, on trouve un exemple d'étude de cas numérique dans le milieu vétérinaire. J'ai eu l'occasion de rencontrer l'auteur, Chris Trace, lors d'un atelier qu'il donnait pendant le colloque international sur l'éducation dans les écoles vétérinaires (Trace & Tisdall, 2018). Cet enseignant chercheur du *Royal Veterinary College* (RVC) à Londres a proposé un atelier pour apprendre à créer des cas cliniques grâce au logiciel Microsoft PowerPoint et à des liens hypertextes. Habituellement, l'auteur propose à ses étudiants de concevoir leurs propres cas cliniques (Trace, Baillie, & Short, 2012). Il est parti du constat qu'aujourd'hui, les patients virtuels étaient peu utilisés en milieu vétérinaire, alors qu'ils sont déjà répandus en médecine humaine. Il a donc organisé des cours lors desquels les étudiants devaient récupérer des données réelles sur un patient de l'hôpital vétérinaire du RVC, et développer un cas clinique sous PowerPoint, en utilisant des liens hypertextes. Par la suite, les étudiants amélioraient leur cas clinique pour qu'il puisse être utilisé à des fins pédagogiques. Cette démarche avait trois buts : (1) améliorer la qualité de l'enseignement clinique, (2) développer des compétences sur le raisonnement clinique en permettant aux étudiants de d'utiliser leur propre logique face au cas

clinique, et (3) ajouter des cas à la banque de cas cliniques de l'école. Une EEE a été conduite suite à ce cours, et dans l'ensemble, les étudiants trouvent que la démarche les aide à comprendre le cas (78%), beaucoup la qualifient de créative et utile (commentaires libres), mais cela leur a demandé trop de temps (63%).

Cette étude et cet atelier sont intéressants pour notre mémoire, car les cas cliniques de patients se rapprochent de l'enquête d'investigation : en effet, le principe est le même, excepté que notre patient est une population. Il faut collecter des données, afin de faire des hypothèses, les ordonner, et proposer une méthode de lutte adaptée.

Dans cette revue de la littérature, nous avons donc pu constater que les études de cas étaient utilisées depuis des décennies dans les études médicales et vétérinaires ; par ailleurs, les hypermédias se développent largement dans le milieu de l'éducation ; mais peu d'études s'intéressent à l'utilisation d'hypertextes dans une étude de cas. C'est en cela que notre étude est innovante.

Nous allons maintenant présenter les méthodes que nous avons suivies.

III. Méthodologie

1. Définition des objectifs pédagogiques et des compétences attendues

Comme nous l'avons mentionné en introduction, les enseignants n'étaient pas satisfaits des méthodes habituelles d'enseignement de l'investigation épidémique. Cependant, ils n'avaient jamais défini précisément les compétences attendues et les objectifs pédagogiques de ce cours. Cela a donc représenté la première partie de mon travail.

Nous avons recensé 29 études de cas existantes sur l'investigation de foyer épidémique. Ces études provenaient de plusieurs sources : elles étaient parfois utilisées depuis quelques années par les enseignants, qui les avaient récupérées par d'autres universités vétérinaires ou de médecine, souvent aux Etats-Unis ; nous en avons trouvé d'autres dans des ouvrages à destination des enseignants en épidémiologie ; et aussi par nos recherches sur internet. Une liste descriptive des études de cas est disponible dans l'Annexe 2.

Comme nous pouvons le voir dans le Tableau 2, la majorité des cas trouvés portaient sur la médecine humaine (20/29), et suivaient une structure linéaire (25/29). Nous avons trouvé une majorité de cas papier, même si nous avons tout de même 11 cas numériques, qui étaient

souvent très simples. Nous avons trouvé presque autant de cas en anglais qu'en français.

Médecine humaine ou vétérinaire ?	Nb d'études de cas	Linéarité	Nb d'études de cas	Format	Nb d'études de cas	Langue	Nb d'études de cas
humaine	20	linéaire	25	papier	18	anglais	15
humaine et vétérinaire	2	multilinéaire	4	numérique	11	français	14
vétérinaire	7	Total	29	Total	29	Total	29
Total	29						

Tableau 2 : Caractéristiques des 29 études de cas trouvées

Par ailleurs, nous avons aussi accès à un rapport d'investigation écrit en 2005 suite à la crise de fièvre Q en 2002 (Rey et al., 2005). Enfin, dans le cadre de mon travail, j'ai aussi suivi sur le terrain une vétérinaire épidémiologiste enquêtant dans des élevages de volailles touchés par la grippe aviaire.

En utilisant à la fois les études de cas, le rapport d'investigation, et les expériences d'une professionnelle et de deux enseignantes, nous avons défini l'ensemble des objectifs pédagogiques d'une étude de cas idéale et complète sur l'investigation de foyer. Mais cette liste était trop longue, et il nous fallait sélectionner les objectifs pédagogiques qui nous paraissaient primordiaux. Pour cela, nous avons suivi trois critères de sélection : nous voulions qu'ils soient (1) peu ciblés dans les études de cas existantes, (2) cruciaux d'après les experts, (3) plus facile à atteindre grâce à un outil numérique multilinéaire qu'avec un classique cas papier linéaire.

Nous avons alors rédigé 7 compétences à atteindre grâce à 61 objectifs pédagogiques. Puis pour chacune de 29 études de cas, nous avons coché si l'objectif pédagogique était atteint. Le Tableau 3 ci-dessous présente un extrait du tableau complet. Dans l'Annexe 5, on trouve un tableau présentant le nombre de croix obtenues pour chacun des 61 objectifs pédagogiques.

Tableau 3 : Extrait du tableau présentant la comparaison des objectifs pédagogiques atteints selon l'étude de cas

Compétence attendue	Grain pédagogique	Numéro de l'étude de cas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Confirmer le signal épidémique	1.1.1.1 <u>Identifier</u> les informations pertinentes de temps, lieu, population	x	x		x		x				
	1.1.1.2 <u>Collecter</u> les informations pertinentes de temps, lieu, population				x						
	1.1.2 Calculer la prévalence, l'incidence, le taux d'attaque		x		x	x	x		x		
	1.1.3.1 Comparer les données à des courbes seuils, à la prévalence ou l'incidence		x				x				
	1.1.3.2 Décrire les biais saisonniers, de déclaration, de variation de population...	x					x				
	1.2.1 Extraire des informations utiles pour le diagnostic	x	x		x		x		x		x
	1.2.2 Emettre une hypothèse de forte suspicion	x	x		x		x		x		x
	1.3 Prendre la décision d'investiguer ce foyer épidémique	x	x		x		x	x	x	x	x

Finalement, nous avons sélectionné les compétences et objectifs pédagogiques présentés dans le Tableau 4 ci-dessous, que nous nous efforcerons de suivre.

Tableau 4 : Compétences et objectifs pédagogiques de l'étude de cas

Compétence attendue	Objectif pédagogique de niveau 1	Sous-objectifs pédagogiques 1
1. Mener une enquête sur les foyers	1.1 Préparer l'enquête d'investigation	1.1.1 Etablir une ou plusieurs définitions de cas
		1.1.2 Déterminer la fenêtre temporelle pour chercher la source
		1.1.3 Déterminer la fenêtre temporelle pour évaluer la dissémination
		1.1.4 Etablir une méthodologie de recherche des cas sur le terrain
		1.1.5 Cibler les personnes à interviewer
		1.1.6 Lister les données à recueillir dans un questionnaire
		1.1.7 Traduire les hypothèses formulées par des questions dans un questionnaire
	1.2 Extraire les éléments issus d'une interview	
2. Emettre, hiérarchiser, et confirmer les hypothèses de source et de dissémination de la maladie	2.1 Emettre, hiérarchiser, et confirmer les hypothèses de source et de dissémination de la maladie au niveau de l'élevage	2.2.1.1 Emettre des hypothèses avant la confirmation du diagnostic
		2.2.1.2 Préciser et hiérarchiser des hypothèses après la recherche des liens épidémiologiques
		2.2.1.3 Choisir l'hypothèse la plus probable de source et de dissémination pour cet élevage
	2.2 Emettre, hiérarchiser, et confirmer les hypothèses de source et de dissémination de la maladie au niveau de la population	2.2.2.3 Emettre une ou plusieurs hypothèses de source et de dissémination de la maladie
		2.2.2.4 Hiérarchiser les hypothèses selon leur probabilité
		2.2.2.5 Choisir l'hypothèse la plus probable de source et de dissémination pour la zone touchée
4. Décrire et analyser les données épidémiologiques à l'échelle de plusieurs foyers afin d'orienter les hypothèses	4.1 Interpréter une courbe épidémique	
	4.2 Interpréter une carte de répartition des foyers	
	4.3 Interpréter les tableaux de répartition des cas selon les caractéristiques de la population	

Nous pouvons alors passer à la conception du scénario pédagogique de la formation.

2. Rédaction du scénario pédagogique de la séance de cours

Afin de rédiger notre scénario de cours, nous avons tout d'abord recensé les contraintes que nous devions prendre en compte pour l'établir. Nous avons plusieurs mois pour concevoir le cours, qui devrait être testé devant 17 étudiants, le lundi 18 juin 2018, pendant un créneau de 3h30. Il était possible de demander aux étudiants d'apporter leur ordinateur. Durant le TD, sont intervenus un doctorant spécialiste de la médecine aviaire (Mattias Delpont), et moi-même, ingénieur de recherche en épidémiologie et vétérinaire.

L'enseignante d'épidémiologie de l'école vétérinaire de Toulouse (Mathilde Paul), qui est aussi la tutrice de terrain de ce stage, avait pour souhait que les étudiants travaillent en binôme pour favoriser la discussion et l'implication. Elle voulait aussi qu'ils soient amenés à faire des recherches annexes au TD, notamment dans des articles scientifiques. En effet, l'analyse de documents scientifiques fait partie des compétences que les étudiants doivent acquérir durant leur cursus.

Avec ces contraintes en tête, nous avons suivi la méthode de conception d'un scénario pédagogique qui nous a été enseignée dans l'UE 93 du master CIES, portant sur la formation pour adultes (Tricot, 2017). Cette méthode recense les sept éléments à prendre en compte pour concevoir un scénario pédagogique :

- un but d'apprentissage atteignable et perçu comme utile,
- une progression pour aller du point de départ au but,
- des tâches,
- un engagement dans les tâches,
- des supports pour les tâches,
- un dispositif de régulation des apprentissages,
- un dispositif d'évaluation des apprentissages.

Nous avons donc conçu le scénario pédagogique présenté dans le Tableau 5 (page 22). On peut observer que le timing que nous nous étions fixé a presque été respecté. Dans l'introduction, nous sommes partis d'un cas réel vécu par l'enseignante (moi-même). L'étape de mise en place consistait à présenter l'étude de cas PowerPoint et ses consignes, à constituer les binômes, à distribuer l'étude de cas à l'aide d'une clé USB, et à lancer l'enregistreur d'action Windows. En effet, les étudiants étaient invités à se mettre en binôme pour travailler : un étudiant démarrait le diaporama de l'étude de cas, et le second gardait son ordinateur pour effectuer des recherches en parallèle. En réalité, les étudiants se sont parfois mis par trinôme

pour des raisons pratiques : nous avons au total 4 binômes et 3 trinômes. La distribution du document sur une clé USB s'est avérée plus compliquée que prévu. En effet, cela faisait perdre du temps, notamment lorsque la clé repassait en milieu de cours. Nous voulions que les étudiants n'aient pas accès à tous les documents dès le début, donc nous faisons passer les documents sur clé USB lorsqu'ils avaient résolu une question précise de l'étude de cas.

Pour le déroulé de l'étude de cas, malheureusement de nombreuses erreurs techniques ont été détectées par les étudiants sur les PowerPoints (liens hypertextes qui ne renvoyaient pas à la bonne diapositive), ce qui a gêné le déroulement du TD dans de bonnes conditions. Pour réaliser des points théoriques, les interventions de l'enseignant étaient préparées en amont, mais le moment ainsi que la durée dépendaient des questionnements et difficultés rencontrés par les étudiants. Nous avons réalisé plusieurs points théoriques :

- Diagnostic différentiel de la grippe aviaire (Mattias Delpont, à 10h) ;
- Préparer et mener une interview (Maud Yakovleff, à 11h05) ;
- Sensibilité et spécificité de la définition de cas (Maud Yakovleff, lors du bilan) ;
- Les courbes épidémiques et leur interprétation (Maud Yakovleff, lors du bilan) ;
- Bilan du TD, messages clés (Maud Yakovleff, lors du bilan).

Tableau 5 : Scénario pédagogique du TD

Durée prévue	Durée réelle	Contenu	Méthode d'apprentissage	Objectif
10 min	15 min	Introduction : Découverte de la démarche d'enquête épidémiologique au travers d'un exemple	Cours magistral	Décrire le cadre et les objectifs du cours
15 min	35 min	Mise en place* (consignes, distribution de l'étude de cas...)	Cours magistral, puis mise en place par les étudiants	Comprendre les consignes techniques de l'étude de cas, et la mettre en place
2h30	2h10	Déroulé de l'étude de cas	Activité réalisée par les étudiants sur PowerPoint, avec un enseignant si besoin. Quelques points théoriques magistraux (avec PowerPoint)	Cf paragraphe précédent
20 min	20 min	Bilan	Discussion guidée par l'enseignant, puis cours magistral avec questions des étudiants	Retenir les notions essentielles enseignées dans ce cours
15 min	10 min	Remplissage du questionnaire d'EEE	Activité réalisée par les étudiants	Evaluer les enseignements

Le Tableau 6 ci-dessous présente les différentes tâches proposées aux étudiants, ainsi que l'engagement (Chi & Wylie, 2014) qui leur est demandé. On observe que certaines tâches sont passives, mais la majorité du cours a une visée constructive et interactive grâce au travail en groupe.

Tableau 6 : Définition des tâches, supports, et engagements pris au cours du TD

Tâches	Supports	Engagements
Ecouter un cours	Présentations PowerPoint + cours magistral	Passif
Lire un texte	Diapositives informatives de l'étude de cas	Passif
Naviguer dans le PowerPoint au travers de liens hypertextes	PowerPoint de l'étude de cas	Actif Interactif (binôme ou trinôme)
Répondre à une question ouverte sans recherche complémentaire	PowerPoint de l'étude de cas	Constructif Interactif (binôme ou trinôme)
Extraire l'information de documents scientifiques (fiches maladies, articles scientifiques)	PowerPoint de l'étude de cas Fiches maladies Articles scientifiques	Constructif Interactif (binôme ou trinôme)
Faire un brainstorming	Tableau blanc	Constructif Interactif

Pour évaluer les apprentissages, nous avons prévu que les étudiants remplissent un rapport d'investigation, comme le gouvernement le demande aux vétérinaires épidémiologistes dans la réalité, mais ça n'a pas été possible. En effet, le déroulé du TD était déjà long et si nous voulions y ajouter une évaluation, il fallait abandonner certains objectifs pédagogiques. De même, ça n'était pas possible de demander aux étudiants de réaliser un travail en dehors du cours car nous étions à une semaine des examens finaux. Nous avons préféré apporter plus de contenu et ne pas mener d'évaluation sommative. Cependant, la place omniprésente de l'enseignant ainsi que le brainstorming final donnent une idée de l'acquisition des apprentissages par les étudiants.

Maintenant que nous avons étudié la conception du scénario pédagogique, nous allons vous présenter la méthode utilisée pour concevoir les supports pédagogiques, dans notre cas le PowerPoint avec des liens hypertextes.

3. Rédaction et mise en forme de l'étude de cas sous PowerPoint

⇒ *Rédaction du scénario*

Nous avons conçu une étude de cas fictive inspirée de cas réels rencontrés sur le terrain. L'apprenant est un vétérinaire qui doit mener l'enquête dans des élevages de volailles touchés, et conclure à des hypothèses probables de source et de dissémination du virus. Nous souhaitons que le cas soit plausible, à la fois dans le choix des exploitations (espèces, nombre d'animaux, conduite d'élevage...), mais aussi dans le choix des facteurs de transmission des maladies. Pour cela nous nous sommes appuyés sur nos connaissances, la littérature, et l'expertise du professeur de pathologie aviaire de l'école vétérinaire, Jean-Luc Guérin, qui a relu et modifié notre scénario pour qu'il soit cohérent. Nous avons tout d'abord rédigé le « scénario critique », qui est le chemin parfait suivi par un apprenant qui ne se trompe pas. De là, nous avons rédigé des chemins de traverse, plus ou moins longs, où nous laissons les étudiants continuer avec des erreurs, ou des informations manquantes.

Au final, notre étude de cas comportait 32 étapes. Ce que nous appelons « étape » représente une action réalisée par le vétérinaire sur le terrain. L'étape peut proposer trois formes d'actions : lecture d'information, QCM, ou question ouverte. Dans les deux derniers cas, la suite donnée à une mauvaise réponse de l'apprenant peut être : (1) de lui donner la bonne réponse immédiatement ; (2) de faire revenir l'apprenant sur la question afin qu'il trouve la bonne réponse ; (3) de le laisser continuer sur un mauvais chemin. L'ensemble de ces données est présenté dans le Tableau 7 (page 17). Les quatre étapes en rouge sont donc les points clés menant à de mauvais chemins. Au total, l'étude de cas comprend 12 étapes d'information, 11 QCM, et 10 questions ouvertes.

Tableau 7 : Etapes de l'étude de cas, type d'action et conséquences des réponses

Etape		Type d'action	Réponse
1	<i>consignes techniques</i>	<i>information</i>	
2	<i>scénario</i>	<i>information</i>	
3	<i>Signal : appel téléphonique</i>	<i>information</i>	
4	interview téléphonique	QCM + question ouverte	diapositive suivante
5	<i>situation sanitaire et légale</i>	<i>information</i>	
6	diagnostic différentiel	question ouverte	diapositive suivante
7	<i>décision d'investiguer</i>	<i>information</i>	
8	<i>préparation du matériel</i>	<i>information</i>	
9	préparation de l'interview sur place	question ouverte	diapositive suivante
10	<i>Interview sur place</i>	<i>information</i>	
11	<i>examen clinique, prétudiants, mesures conservatoires</i>	<i>information</i>	
12	2ème diagnostic différentiel	question ouverte	diapositive suivante
13	<i>résultats de laboratoire</i>	<i>information</i>	
14	<i>2ème appel téléphonique</i>	<i>information</i>	
15	préparer l'interview sur place	question ouverte	mauvais chemin jusqu'à l'étape 23
Fin du ppt 1			
16	fenêtre temporelle pour chercher la source	QCM	Retour à la question
17	fenêtre temporelle pour chercher la source	QCM	Retour à la question
18	Interview sur place	QCM	mauvais chemin jusqu'à l'étape 23
19	<i>examen clinique, prétudiants, mesures conservatoires</i>	<i>information</i>	
20	frise chronologique	question ouverte	diapositive suivante
Analyse à l'échelle de l'élevage			
21	établir les hypothèses de contamination	question ouverte	diapositive suivante
22	synthèse des informations sur la contamination	question ouverte	mauvais chemin jusqu'à l'étape 23
23	classer les hypothèses de contamination	QCM	Retour à la question
24	établir les hypothèses de dissémination	question ouverte	diapositive suivante
25	synthèse des informations sur la dissémination	question ouverte	mauvais chemin jusqu'à l'étape 26
26	classer les hypothèses de dissémination	QCM	Retour à la question
Analyse à l'échelle de la population			
27	<i>définition de cas, rassembler les données</i>	<i>information</i>	
28	analyse temporelle	QCM	Retour à la question
29	analyse spatiale	QCM	Retour à la question
30	analyse selon l'individu	QCM	Retour à la question
31	établir et classer les hypothèses de contamination	QCM	Retour à la question
32	établir et classer les hypothèses de dissémination	QCM	Retour à la question

⇒ *Mise en forme*

Nous avons rédigé le scénario dans un diaporama sous PowerPoint 2016. Nous avons sélectionné l'option « visionné sur une borne » dans la configuration du diaporama afin que les touches du clavier ainsi que le clic de la souris soient désactivés. Ainsi, les étudiants sont obligés de cliquer sur un lien hypertexte que nous avons créé pour passer à la diapositive suivante. Nous leur donnons la version enregistrée sous forme « diaporama », et ainsi lorsqu'ils ouvrent le document ils ne peuvent pas modifier les diapositives, mais seulement visionner le diaporama en plein écran.

Chaque étape présentée dans le Tableau 7 est écrite sur une ou plusieurs diapositives. Sur les diapositives informatives, l'apprenant trouvera toujours un encadré « continuer » sur lequel il faut cliquer pour passer à la suite. Dès qu'un document est découvert, il est possible de revenir dessus grâce à un lien hypertexte présent sur toutes les diapositives suivantes. Si c'est un QCM, l'apprenant pourra cliquer directement sur la réponse souhaitée qui est un lien hypertexte vers la suite. Pour les questions ouvertes, sur la diapositive il est généralement écrit « réfléchissez à cette question en binôme, puis passez à la diapositive suivante » : on compte alors sur la bonne foi des étudiants, qui recevront la réponse dès qu'ils cliqueront sur « continuer ». Mais on trouve une exception dans le TD : une question ouverte où les apprenants doivent appeler l'enseignant lorsqu'ils ont la réponse ; ce dernier décidera alors du PowerPoint à leur donner pour la suite. Pour comprendre le mécanisme, une capture d'écran de certaines diapositives est présentée sur la Figure 2 (page 27).

L'étude de cas a été découpée en deux blocs, c'est-à-dire deux PowerPoints : étapes 1 à 15, puis 16 à 32. En effet, à la fin du premier PowerPoint, les étudiants arrivaient à l'étape 15 et devaient lister les informations qu'ils voulaient récupérer chez l'élèveur. Dans cette liste, nous avons préparé deux informations clés, qui modifiaient la suite du TD pour les étudiants.

- Les deux informations étaient présentes → PowerPoint 2A.
- Information 1 présente, mais information 2 manquante → PowerPoint 2B.
- Information 1 manquante, information 2 présente → PowerPoint 2C.
- Deux informations manquantes → PowerPoint 2D.

L'enseignant devait donc passer voir chaque groupe, et fournir le deuxième PowerPoint adapté pour la suite. Finalement, le premier PowerPoint comportait 33 diapositives, et le deuxième de 89 à 106 diapositives. Ces chiffres comprennent tous les chemins de traverse, et les voies de garage.

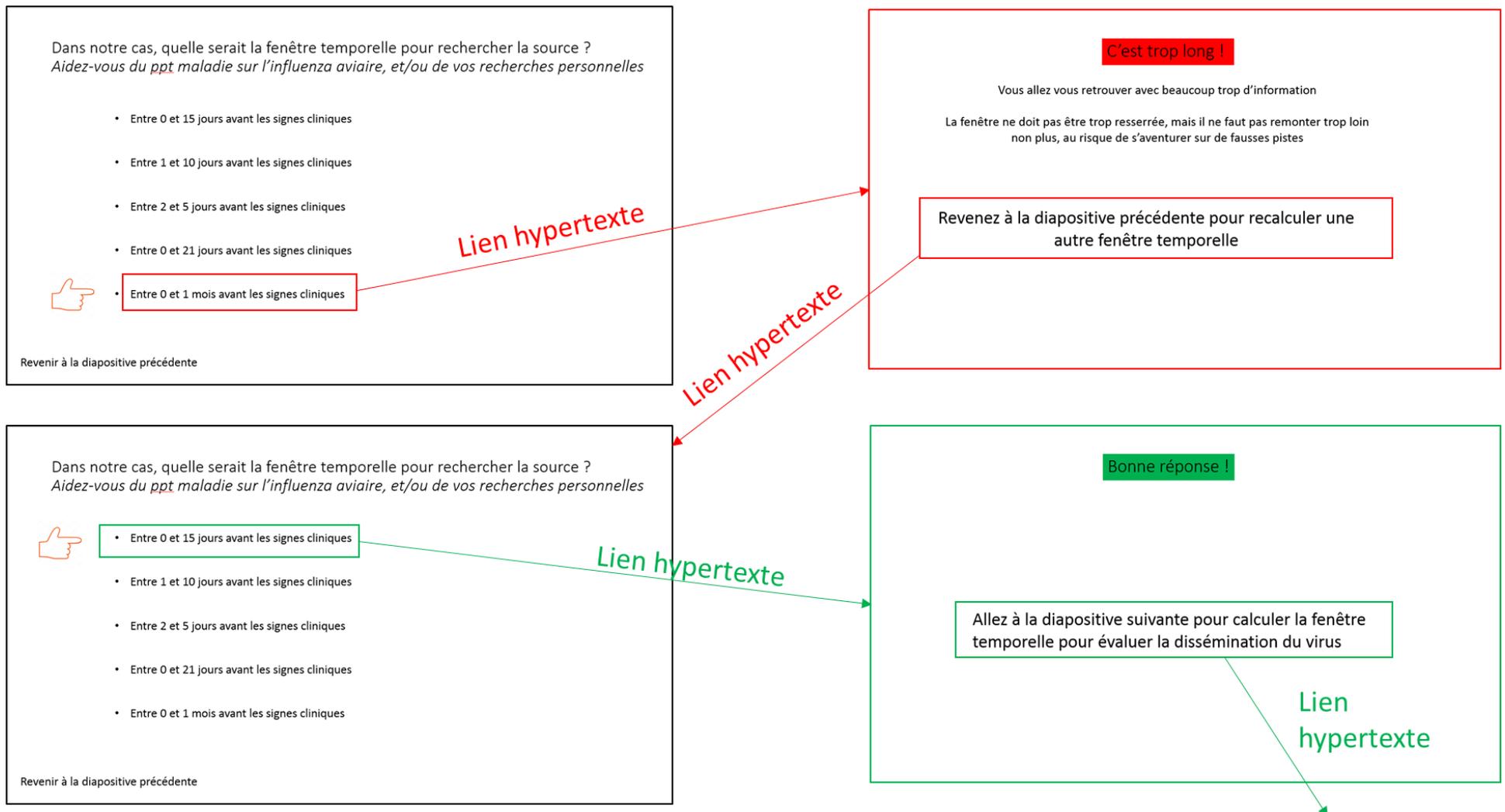


Figure 2 : Capture de 4 diapositives de l'étude de cas sous PowerPoint

4. Evaluation des enseignements par les étudiants (EEE)

⇒ *Quoi ?*

L'EEE a pour but d'évaluer la satisfaction des étudiants. Nous souhaitons également connaître leur perception des apprentissages et des modalités de transmission des savoirs. Nous voulons que les étudiants évaluent la pertinence, la clarté, et la cohérence des notions enseignées, ainsi que du support utilisé. En effet, nous avons créé un nouveau dispositif pédagogique, et il est intéressant d'évaluer tant son contenu que sa forme, ou encore la manière dont il est utilisé en cours.

Au niveau de l'école vétérinaire, une évaluation des enseignements est demandée tous les semestres pour chaque UE, mais il s'agit d'une évaluation globale sur un module de six mois. Ici, nous souhaitons avoir une évaluation précise d'une matinée de TD seulement, ce qui n'est pas à la même échelle et évitera donc les redondances.

⇒ *Qui ?*

L'EEE impliquera en premier lieu les étudiants, qui seront les évaluateurs de l'enseignement. Leur contribution servira principalement aux étudiants des années suivantes. D'un point de vue plus personnel, l'évaluation est à visée réflexive pour les étudiants évaluateurs, qui pourront pointer du doigt les pratiques pédagogiques qui leurs conviennent ou non. La commanditaire de l'EEE est l'enseignante responsable de l'UE. C'est elle qui est à l'origine du développement d'une nouvelle étude de cas, et qui souhaite connaître la satisfaction des étudiants, ainsi que leur perception des apprentissages.

⇒ *Pourquoi ?*

Nous mettons en place une EEE car nous souhaitons connaître l'impact de notre nouveau dispositif pédagogique sur les étudiants. Cette évaluation formative nous permettra de savoir si l'outil nécessite des améliorations, majeures ou mineures.

⇒ *Comment ?*

L'évaluation était obligatoire pour les 17 étudiants qui ont suivi le TD. La dernière partie du cours était réservée au remplissage du questionnaire papier, à compléter sur place. Il a été clairement expliqué aux étudiants en introduction que ce TD faisait l'objet d'un mémoire de recherche en pédagogie, et qu'à cette fin, un questionnaire allait leur être distribué en fin de séance. Nous leur avons précisé que ça n'était pas pour évaluer leurs apprentissages, mais bien leur satisfaction vis-à-vis de ce TD, afin d'y apporter des améliorations.

Le formulaire comporte 17 questions où l'étudiant est invité à cocher sa satisfaction selon une échelle à quatre niveaux (très satisfait, satisfait, peu satisfait, pas du tout satisfait). Seules les deux dernières questions sont ouvertes, demandant à l'apprenant les points forts, puis les points faibles de ce cours. Le questionnaire dans son ensemble est présenté dans l'Annexe 1.

Nous chercherons à évaluer les critères présentés dans le Tableau 1, grâce aux indicateurs détaillés dans la colonne suivante du même tableau. En effet, nous souhaitons connaître l'appréciation des étudiants par rapport aux objectifs du cours, à la structure du cours dans son ensemble (étude de cas, cours théoriques, documents annexes...), et celle du diaporama lui-même. Nous voulons enfin connaître leur appréciation du contenu, et du TD dans son ensemble. Il est possible de faire un lien avec les questions du questionnaires grâce à la dernière colonne du tableau.

Tableau 8 : Critères, indicateurs, et questions correspondantes de l'EEE

Critères	Indicateurs	question correspondante
1) Objectifs du cours	- clarté	Q1
	- présentation	Q2
	- pertinence	Q3
2) Structure du cours	- clarté	Q6
	- cohérence	Q14 - Q16
3) Structure du PowerPoint	- clarté	Q7 - Q10
	- ergonomie	Q12
	- diversité	Q13
	- acquisition des apprentissages	Q11
4) Contenus	- pertinence	Q5
	- clarté	Q8
	- acquisition des apprentissages	Q9
5) Appréciation globale	- pertinence	Q4
	- satisfaction	Q17
	- durée	Q15

5. Evaluation des parcours suivis par les étudiants

Nous avons demandé aux étudiants d'enregistrer leur parcours grâce à « l'enregistreur d'actions Windows ». C'est un outil fourni automatiquement avec Windows, qui permet d'enregistrer chaque clic, et de prendre une capture d'écran au moment du clic. Cet outil est

utile mais ne permet d'enregistrer que cent clics, donc nous avons demandé aux étudiants d'enregistrer sous régulièrement, et de recommencer.

De nombreux étudiants avaient des ordinateurs Macintosh, ce qui rendait impossible le lancement de l'enregistreur d'actions. C'est en partie pour cela que nous avons autorisé la formation de trinômes de travail au lieu des binômes, en faisant en sorte qu'il y ait un ordinateur avec Windows par groupe.

Nous allons maintenant vous présenter les résultats de notre étude les résultats de l'EEE et de l'analyse des parcours.

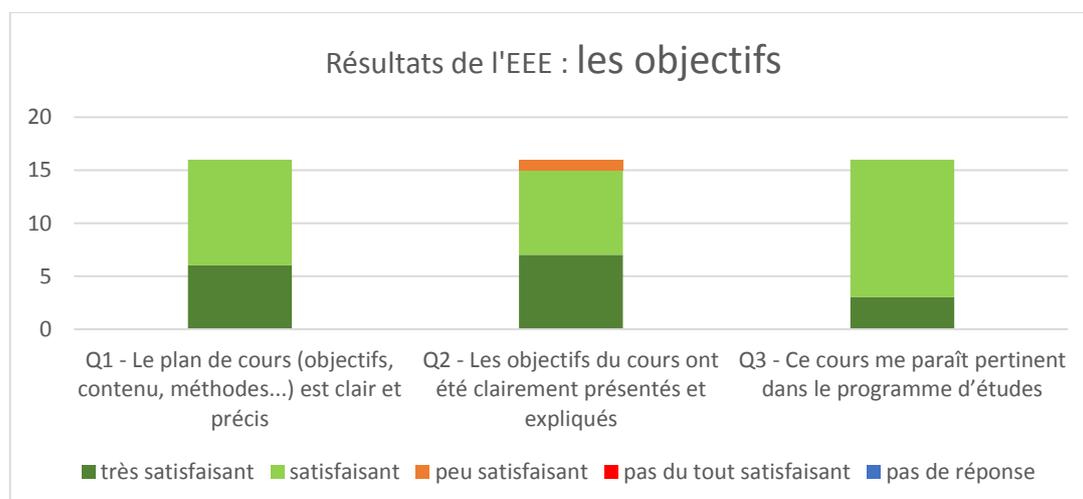
IV. Résultats

1. Résultats de l'évaluation des enseignements par les étudiants (EEE)

Il est à noter que tous les étudiants ont bien rempli le questionnaire, mais l'un d'entre eux ne me l'a pas remis. Il a été impossible de le récupérer (d'autant plus que l'évaluation était anonyme, ce qui compliquait la démarche).

⇒ Des objectifs clairs et bien présentés

Dans l'ensemble, les étudiants semblent avoir apprécié la clarté, la présentation, et la pertinence des objectifs du cours. En effet les réponses aux trois questions portant sur ces aspects, présentées sur le Graphique 1, montrent que la quasi-totalité des 16 étudiants étaient très satisfaits ou satisfaits. On peut noter cependant qu'un étudiant a trouvé peu satisfaisante la manière dont les objectifs ont été présentés (Q2). Dans la même ligne, un autre étudiant a noté dans les commentaires libres « *je n'ai pas lu les objectifs du cours* ».



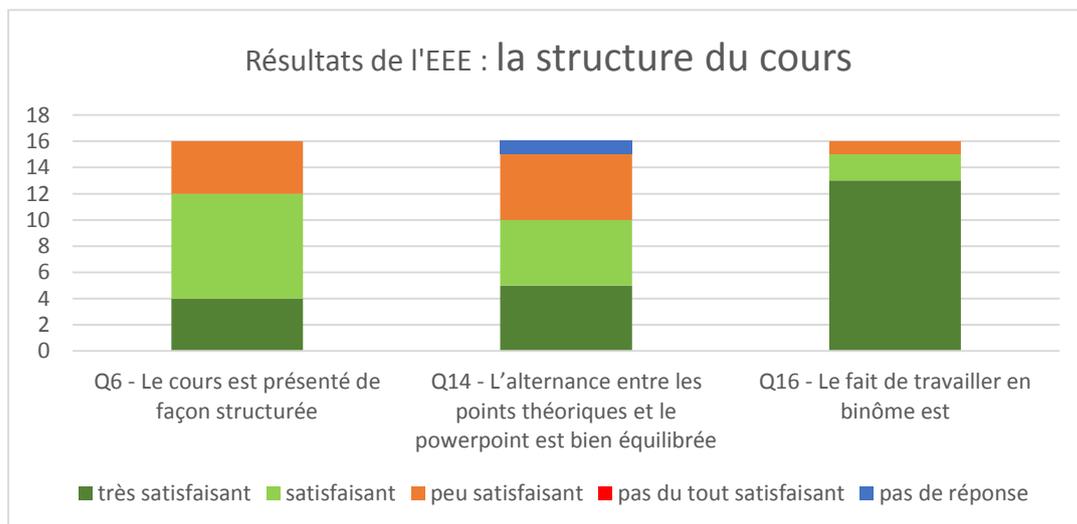
Graphique 1 : Résultats de l'EEE : les objectifs

⇒ Une structure de cours globalement appréciée, mais certains points à remettre en cause

Nous nous intéressons ici à la structure du cours dans son ensemble, incluant l'introduction, l'étude de cas, les topos théoriques, et le débriefing. On peut observer sur le Graphique 2, présentant les résultats des trois questions en rapport avec la structure du cours, que les avis sont mitigés. En effet, si 12 étudiants étaient satisfaits de la structure du cours, 4 l'ont peu appréciée (Q6, Graphique 2). Les étudiants ont aussi un avis partagé sur l'équilibre entre les points théoriques et l'étude de cas (Q14, Graphique 2) : 5 très satisfaits, 5 satisfaits, et 5 peu satisfaits. Ceci est appuyé par 6 commentaires libres d'étudiants, critiquant le timing des interventions de l'enseignant. Les étudiants plus rapides se plaignent d'être obligés de revenir en arrière lorsque l'enseignant fait un apport théorique ; d'autres soulignent le manque d'autonomie, car pour certaines étapes il faut appeler l'enseignant pour continuer.

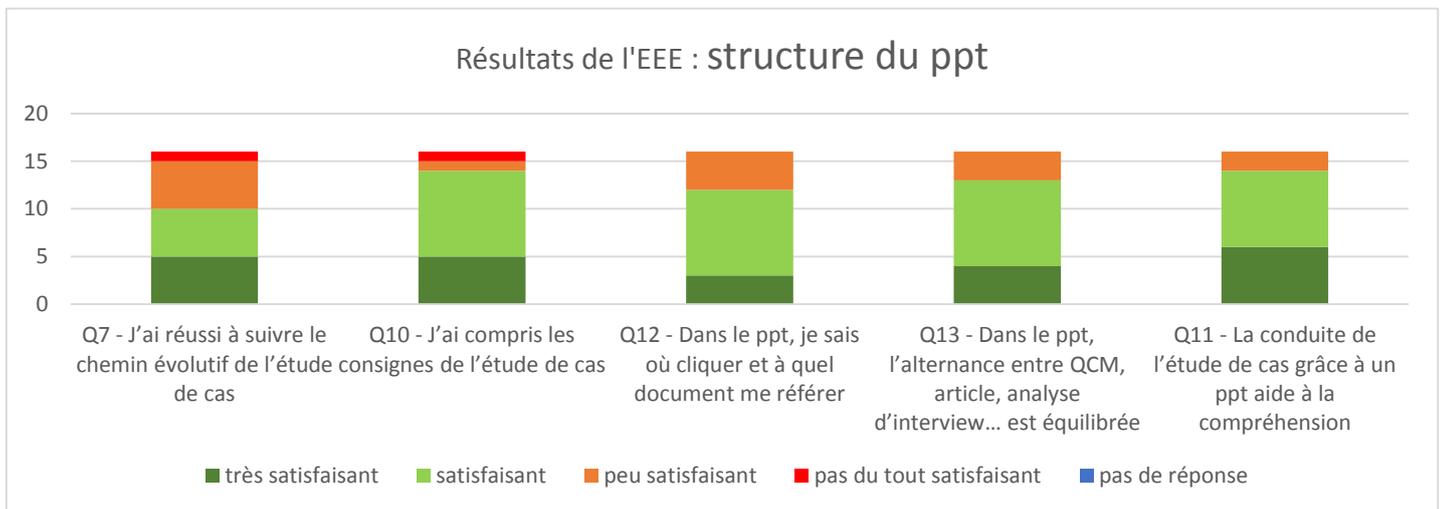
On peut noter ici que le travail à plusieurs (binôme ou trinôme) a été très apprécié par la majorité des étudiants (Q16, Graphique 2) : 13 étaient très satisfaits de ce travail en groupe, 2 étaient satisfaits, et un seul étudiant en a été peu satisfait. C'est par ailleurs la seule réponse où les étudiants ont majoritairement répondu « très satisfait ». Trois commentaires libres y font aussi référence comme point fort du TD.

Graphique 2 : Résultats de l'EEE : la structure du cours



⇒ *L'utilisation du PowerPoint: un premier essai encourageant, à améliorer*

Nous avons tenu à poser quelques questions sur l'utilisation du diaporama, son ergonomie, son utilité, etc. car c'était la première fois que nous utilisions un tel dispositif pour résoudre une enquête épidémiologique. Dans l'ensemble, les étudiants ont aimé le principe du diaporama avec des liens hypertextes, même si ce dernier comportait encore des problèmes techniques. On peut observer cette tendance dans la question du Graphique 3 : 14 étudiants sur 16 ont trouvé que l'étude de cas sous forme de PowerPoint aidait à la compréhension. Dans les commentaires libres sur les points forts du TD, 17 commentaires allaient en ce sens en mettant en avant l'interactivité (12), la multi linéarité (3), et l'originalité (2) de la démarche.



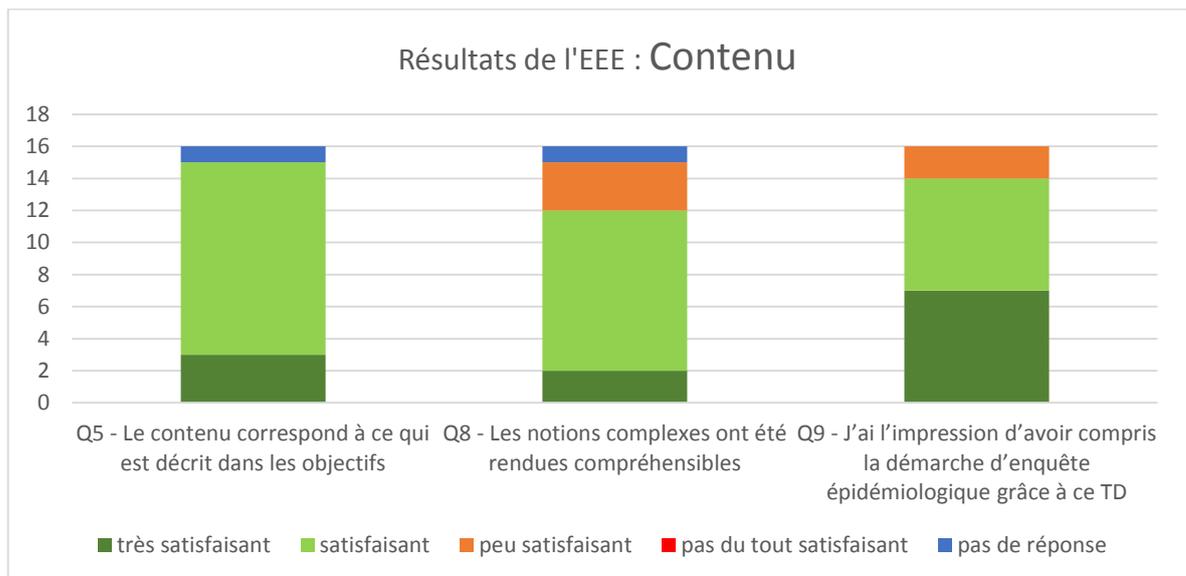
Graphique 3 : Résultats de l'EEE : structure du ppt

Cependant, beaucoup d'étudiants ont trouvé qu'il était compliqué de suivre le chemin de l'étude de cas (6 étudiant peu ou pas satisfaits), en précisant parfois en commentaire que c'était sûrement dû aux « bugs » de liens hypertextes (Q7, Graphique 3). Même si la plupart des étudiants ont compris les consignes de l'étude de cas, on peut noter qu'elles n'étaient pas claires pour 2 d'entre eux (Q10, Graphique 3). On observe aussi que 4 étudiants n'ont pas trouvé l'étude de cas assez ergonomique : ils ne savaient pas toujours où cliquer dans la progression du diaporama (Q12, Graphique 3). Certains étudiants (3/16) ont trouvé difficile l'alternance entre les QCM, les recherches sur des documents annexes, l'analyse de texte, etc. (Q13, Graphique 3). Les avis sont mitigés, car on retrouve des commentaires libres mentionnant cette alternance dans les points positifs, mais aussi dans les points négatifs du TD. Certains auraient préféré ne pas avoir à sortir du diaporama.

⇒ *Un contenu satisfaisant dans l'ensemble*

Au-delà de la structure, nous avons demandé aux étudiants ce qu'ils avaient pensé du contenu du cours, dont les résultats sont présentés dans le Graphique 4. Pour la quasi-totalité d'entre eux (15/16), le contenu correspond aux objectifs décrits en début de cours (Q5, Graphique 4). Les étudiants ont majoritairement (14/16) perçu le TD comme utile dans la compréhension de la démarche d'enquête épidémiologique (Q9, Graphique 4). Cependant, 3 étudiants n'ont pas trouvé que les notions complexes avaient été bien expliquées (Q8, Graphique 4) ; allant dans ce sens, quelques commentaires libres ont fait état d'un manque de feedbacks dans le diaporama quand les réponses étaient mauvaises.

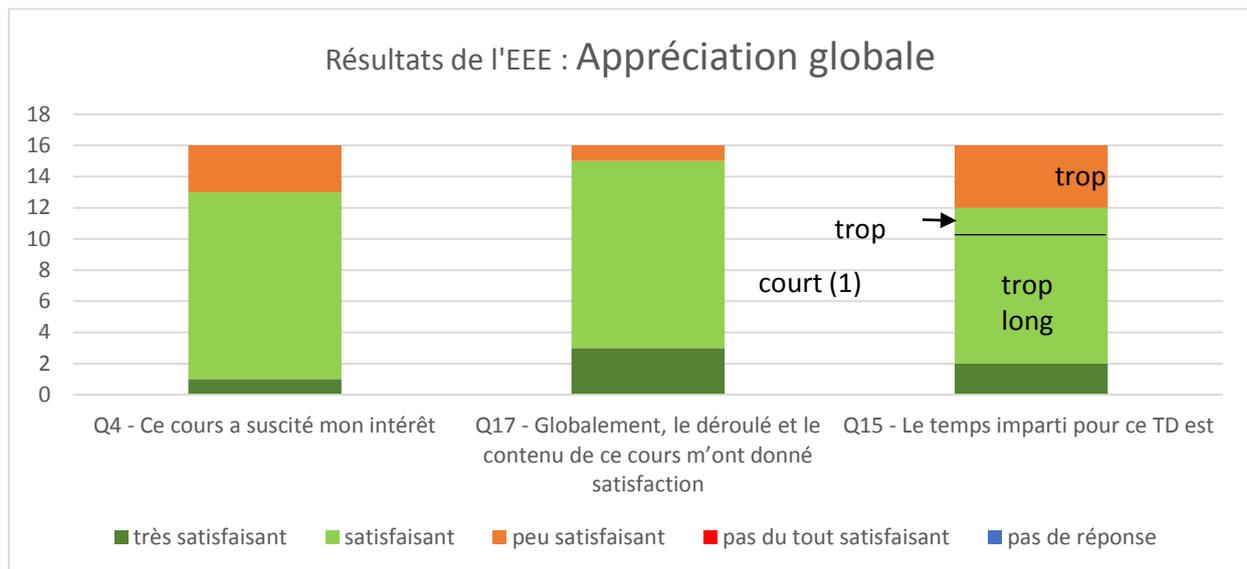
Nous n'avions pas pensé à demander l'appréciation du choix du cas clinique spécifiquement, mais 6 commentaires positifs ont souligné l'intérêt d'un cas fictif s'approchant de la réalité, permettant de mettre l'apprenant dans une situation concrète.



Graphique 4 : Résultats de l'EEE : Contenu

⇒ *Un cours globalement satisfaisant*

Enfin, nous avons cherché à avoir une étude de satisfaction globale du TD, dont les résultats sont présentés dans le Graphique 5. 15 étudiants sur 16 ont été satisfaits du cours (Q17, Graphique 5) ; même si un plus petit nombre d'entre eux y ont trouvé un réel intérêt : 13/16, dont un seul qui était « très satisfait » (Q4, Graphique 5).



Graphique 5 : Résultats de l'EEE : appréciation globale

Comme on peut le voir sur la question 15 du graphique 5, 13 étudiants ont trouvé le TD trop long, à une échelle plus ou moins prononcée : « satisfait » ou « peu satisfait ». On peut remarquer aussi qu'un étudiant l'a trouvé trop court, et il a rajouté en commentaire libre que 30 minutes supplémentaires auraient été souhaitables.

⇒ *Analyse des commentaires libres*

On peut retenir tout d'abord que tous les étudiants ont rempli les deux cases sur les points positifs et négatifs du cours, avec au moins un commentaire, ce qui montre une certaine implication dans l'évaluation des enseignements. Tous les commentaires sont dans l'Annexe 2 et l'Annexe 3.

Afin d'analyser ces commentaires, nous les avons rangés dans des catégories en fonction du thème principal dont ils traitaient (Tableau 9). On remarque que les étudiants ont fortement apprécié l'interactivité du diaporama. Six étudiants ont aussi soulevé l'intérêt d'un exemple aussi concret, qui leur permettait de se sentir proche du terrain. Enfin, on notera que d'après les apprenants, le format PowerPoint les force à réfléchir, et à participer, à « *ne pas décrocher* ». Les aspects à améliorer d'après les étudiants sont principalement la forme, et l'ergonomie du

PowerPoint. Ils auraient aimé pouvoir rentrer les réponses directement dans les tableaux sur le PowerPoint, être moins dépendant de l'enseignant pour la continuité du diaporama, etc. Bien sûr, de nombreuses remarques concernaient les « bugs » dans le diaporama, mais les étudiants étaient encourageants en nuancant leurs propos. Sept commentaires ont souligné la longueur trop excessive du TD, et 6 autres commentaires portaient sur les tops théoriques de l'enseignant, qui coupent la progression de l'étude de cas.

Points positifs		Points à améliorer	
Thème	Nombre de commentaires	Thème	Nombre de commentaires
interactif	12	forme du PowerPoint	12
concret	6	bugs	11
force la réflexion	4	trop long	7
force à participer	3	critique des récapitulatifs de l'enseignant	6
autonomie	3	consignes	3
binôme	3	mise en place difficile	3
multilinéaire	3	manque de feedbacks	2
recherches associées	3	manque de multilinéarité	2
aide à la compréhension	2	trop répétitif	2
original	2	trop de recherches à côté	2
intérêt	1	compréhension difficile	1
travail en amont de l'enseignant	1	trop court	1
		manque de récapitulatifs PowerPoint	1
		pas assez pratique	1
		objectifs mal présentés	1

Tableau 9 : Catégorisation des commentaires libres : points positifs, et points à améliorer

2. Etude des parcours suivis par les étudiants

Nous devons récupérer 7 enregistrements, mais nous n'en avons eu que 5, dont certains n'étaient pas complets. Nous allons nous référer à ces cinq documents pour analyser les résultats. Nous présenterons tout d'abord le timing de la séance, puis nous étudierons les chemins parcourus par les étudiants, et enfin les problèmes techniques ou la mauvaise compréhension des consignes qui ont pu être relevés par ces enregistrements d'actions.

Il est à noter que l'enregistreur d'actions Windows n'enregistre que 100 clics de suite avec des captures d'écran. Ainsi, si les cent clics sont dépassés avant d'exporter les résultats, les premières captures d'écran sont écrasées et n'apparaîtront jamais. On saura alors qu'il y a eu

un clic, et sur quel document, mais cela n'est pas assez précis. Même si cela leur était rappelé régulièrement, tous les étudiants ont oublié au moins une fois d'enregistrer. Selon les groupes nous comptons entre 3 et 61 clics sans capture d'écran, donc ininterprétables.

⇒ *Timing des enregistrements*

On peut observer le timing de la séance dans le Tableau 10 ci-dessous. Nous avons noté des points clés du TD, qui permettent de comparer les groupes d'étudiants entre eux. Tous les groupes ont commencé vers 9h20, plus ou moins tard selon la réception du document sur la clé USB. On observe que la majorité des groupes ont résolu la première partie du TD pendant une durée qui peut varier de 28 à 58 minutes. Pour cette interprétation, nous mettons à part le groupe 4 qui a été beaucoup plus rapide, en trois minutes : les diapositives ont sûrement été passées sans être regardées. On observe dans les parcours que les étudiants les plus lents dans la première partie ont ouvert les fiches maladies afin de faire un diagnostic différentiel avéré. Seulement deux groupes sur les cinq évalués ont pu aller jusqu'à la dernière partie du deuxième PowerPoint : l'étude des données à l'échelle de la population. Enfin, on observe que les enregistrements ne s'arrêtent pas tous au même moment, mais il se peut que les étudiants aient continué malgré tout à naviguer sur le PowerPoint.

Groupe	G1	G2	G3	G4	G5
Début de l'enregistrement	9h22	9h17	9h28	9h20	9h19
Fin du diaporama 1	10h06	10h15	10h19	9h23	10h13
Début de l'étude des données à l'échelle de la population		11h10		?	11H22
Fin de l'enregistrement	11h15	11h35	11h16	10h00	11H31

Tableau 10 : Timing de la séance en fonction des groupes

⇒ *Parcours suivis par les étudiants*

Les étapes clés des parcours suivis par les quatre groupes d'étudiants figurent dans le Tableau 11 ci-dessous. Nous n'avons pas montré les résultats pour le groupe 4, pour lequel nous avons très peu d'informations sur les enregistrements. On peut noter que les groupes 2 et 5 sont les seuls qui ont suivi le bon chemin (2A) lors de la première étape nœud du diaporama. En effet, nous avons noté que sur les 7 groupes présents dans la salle, deux ont reçu le diaporama 2A, deux le 2B, et trois le 2C. 5 groupes sur 7 se sont donc trompés de chemin. Seulement un groupe sur les quatre présentés dans le tableau s'est trompé lors du deuxième tournant du jeu : ils ont choisi de ne pas reformuler une question lors de l'interview, et ont continué avec des informations manquantes.

Dans les deux dernières lignes du tableau, figurent les deux questions finales, où les étudiants doivent classer les hypothèses. On observe qu'un seul groupe a parfaitement réussi à les classer, alors que les autres ont réussi après s'être trompé une fois.

Tableau 11 : Parcours suivis par les étudiants au moment des étapes clés

	groupe 1	groupe 2	groupe 3	groupe 5
tournant 1 : quel deuxième diaporama ?	2C	2A	2B	2A
question : fenêtre de contamination élevage	1-10 jours puis VRAI	? (pas d'écran)	? (pas d'écran)	0-1 mois puis VRAI
question : fenêtre de dissémination élevage	retour sur précédent puis VRAI	? (pas d'écran)	? (pas d'écran)	VRAI
tournant 2 : mener l'interview	VRAI	VRAI	? (pas écran)	FAUX
questions finales				
classement des hypothèses de contamination	Faux, puis VRAI	faux, puis VRAI	FAUX, puis VRAI	VRAI
classement des hypothèses de dissémination	Faux, puis VRAI	faux, puis VRAI		VRAI

Finalement, d'après les données que nous avons, il est difficile de faire ressortir un pattern, notamment car nous avons beaucoup de données manquantes. On peut cependant noter que le premier nœud proposant de mauvais chemins a suscité plus de mauvaises réponses que les nœuds suivants.

⇒ Observation des erreurs techniques et des incompréhensions dans les consignes

Lors de la navigation des étudiants, on peut observer plusieurs erreurs de liens hypertextes. En effet, certains font faire des boucles infinies en renvoyant les étudiants continuellement à une diapositive précédente, voire parfois à la première du diaporama. Une diapositive de QCM présentait trois réponses, qui amenaient toutes à la conclusion « réponse fausse, revenez à la question » ; ce qui obligeait les étudiants à sortir du diaporama pour continuer.

D'autre part, j'ai utilisé le complément de PowerPoint qui permet de faire des quizz à choix multiples sur une diapositive, mais si les étudiants ne l'avaient pas dans leur version de PowerPoint, ils tombaient sur un quizz grisé, impossible à remplir, et ils étaient obligés de sortir du diaporama pour passer à la diapositive suivante.

Enfin, on peut voir que certaines consignes n'étaient pas claires : un groupe d'étudiant a essayé de cliquer 15 fois sur le corps de la diapositive pour passer à la suite alors que cette option était désactivée, avant de trouver le lien hypertexte. C'est le même groupe qui a essayé de remplir les tableaux directement sur le PowerPoint, alors que ça n'était pas possible.

Maintenant que nous avons présenté nos méthodes et les résultats, nous allons les discuter dans la partie suivante.

V. Discussion

1. Des objectifs solides, mais une séance de cours qui mérite une restructuration

⇒ *Garder les objectifs d'apprentissages, définis grâce à une méthode solide*

La première partie de ce mémoire consistait à concevoir une ressource didactique visant le développement de compétences qui ne sont pas explicitement décrites dans un référentiel. Ainsi pour cerner ces compétences, et notamment celles qui sont critiques (i.e. qu'il est indispensable d'apprendre et de maîtriser pour réaliser correctement l'investigation), nous avons procédé à une analyse multimodale.

- L'expérience d'experts (professionnels et formateurs), lors d'échanges, et d'observation en situation de travail.
- L'analyse d'un rapport d'enquête rendu au gouvernement suite à une épidémie.
- L'analyse de plusieurs études de cas didactisées.

Cette analyse dégage des invariants (notamment les étapes de l'investigation), mais montre aussi que les compétences ne sont pas hiérarchisées et que certaines compétences complexes ne sont pas (ou pas suffisamment) travaillées dans les études de cas. L'innovation et la force de notre travail porte sur la description fine de ces compétences et des objectifs d'apprentissage, mais aussi leur hiérarchisation, nécessaire à la conception de l'étude de cas. Finalement, cette étude est une analyse de l'activité des épidémiologistes en situation d'enquête et constitue un référentiel de formation à l'activité professionnelle. Cette méthode de conception qui s'appuie sur l'analyse de situations caractéristiques pour définir des objectifs pédagogiques a déjà été décrite par différents auteurs (Boccaro & Delgoulet, 2016; Olry & Vidal-Gomel, 2011).

⇒ *Repenser la place des apports théoriques par l'enseignant*

Beaucoup d'étudiants se sont sentis bloqués dans l'avancée de l'étude de cas lorsque l'enseignant faisait des interventions pour tous. En effet, quand ils avaient bien avancé dans le TD, ils devaient écouter l'enseignant revenir sur une question précédente alors que leur esprit était déjà plus loin. Il serait intéressant de réfléchir à la place de ces points théoriques dans le scénario de cours. Une des solutions serait de faire tous les points théoriques à la fin du TD, lors d'un bilan global. Il serait aussi possible de faire des apports théoriques au fur et à mesure du TD aux groupes qui en font la demande. Mais cette deuxième solution suppose que l'enseignant soit disponible et peu sollicité par ailleurs.

⇒ *Raccourcir le TD ?*

Les résultats de l'EEE sont parlants : les étudiants auraient souhaité un TD plus court. Seulement deux étudiants n'ont pas critiqué la durée du cours dans leur questionnaire. Pourtant, sur les cinq groupes dont on a enregistré les parcours, seulement deux sont allés jusqu'au bout des PowerPoints. Ainsi, les étudiants ont trouvé l'étude de cas trop longue alors qu'ils ne l'ont pas terminée. Cependant il faut être prudent dans l'interprétation : il peut y avoir eu une incompréhension entre les étudiants et moi-même sur la définition de la « longueur » du TD. En effet, pour eux il pouvait s'agir d'un nombre trop élevé de tâches, ou de tâches trop difficiles, ou encore d'un engagement trop important, qu'ils auraient confondu avec la longueur du TD.

⇒ *Mener une évaluation des apprentissages*

Nous sommes conscients qu'une des grandes lacunes de notre démarche est de ne pas avoir réellement évalué les apprentissages. Les raisons de ce manque sont principalement pratiques. En effet, notre première idée était de demander aux étudiants de rédiger un rapport d'investigation comme le gouvernement le demande aux vétérinaires épidémiologistes après une épidémie. Or le TD a été réalisé une semaine avant les examens finaux du semestre, et les enseignants souhaitaient que les étudiants ne consacrent pas de temps en dehors du TD pour remplir un rapport. Une telle évaluation n'aurait pas pu être menée dans les 3h30 de TD, car nous aurions été obligés de faire l'impasse sur certains objectifs pédagogiques, ce que nous ne souhaitons pas ; d'autant plus que le TD était déjà trop long dans sa forme actuelle. Pour toutes ces raisons, nous avons décidé de ne pas mener d'évaluation des apprentissages. Avec le recul, nous aurions dû préparer en amont l'évaluation des apprentissages.

Dans un protocole de recherche idéal, il aurait fallu comparer l'acquisition des apprentissages entre des étudiants ayant suivi le cours que nous avons conçu et d'autres ayant

suivi le cours réalisé habituellement, c'est-à-dire une présentation magistrale puis une étude de cas guidée sur papier. Ainsi, nous aurions pu savoir si notre dispositif pédagogique paraissait plus ou moins efficace que la méthode habituelle, et ainsi apprécier l'utilité d'un tel changement pour acquérir les apprentissages.

La question est maintenant de savoir quelle méthode d'évaluation nous aurions pu mettre en place. Nous souhaitons que les étudiants sachent mener une enquête épidémiologique dans différents contextes. L'idéal aurait donc été de les évaluer sur une étude de cas réelle ou fictive, différentes de celle proposée en cours, pour savoir s'ils étaient capables d'appliquer la méthode apprise à un nouveau cas (Major & Palmer, 2001). Nous aurions aussi pu leur distribuer un QCM sur les principales notions à retenir, mais cela ne nous aurait pas donné d'information sur leur capacité à appliquer la méthode. L'idée de les évaluer sur l'étude de cas PowerPoint directement ne nous satisfaisait pas car nous souhaitons que les étudiants apprennent en faisant : très peu de théorie leur était enseignée au début du TD, ce qui les forçait à imaginer une méthode d'enquête qui leur paraissait logique. C'est par leurs erreurs et les discussions de groupe que les étudiants apprenaient la méthode, donc nous ne voulions pas les évaluer lors de cette première étude de cas. Cette pratique pédagogique suit le courant du socio-constructivisme développé par Vygotsky (Powell, K. C., Kalina, 2009; Wadsworth, 1996). D'autre part l'évaluation directement sur le PowerPoint ne permettait pas de comparer avec un groupe témoin, qui n'aurait pas accès au PowerPoint. Ainsi, d'après moi l'idéal aurait été d'évaluer les étudiants *a posteriori* en leur donnant une étude de cas à réaliser, chez eux ou lors de l'examen de l'UE.

Malgré tout, le brainstorming effectué en bilan du TD a permis d'avoir les premières informations sur l'acquisition des apprentissages, chez les étudiants qui ont participé à l'oral. La question était « qu'avez-vous retenu de l'investigation épidémiologique d'un foyer ? ». Les réponses apportées par les étudiants étaient tout à fait pertinentes, et contenaient les messages clés que nous voulions faire passer. Cependant, la participation étant volontaire, cette méthode ne permet pas d'évaluer l'ensemble des étudiants.

D'un point de vue global, nous avons défini des objectifs d'apprentissage en nous appuyant sur différentes sources, ce qui fait la force de notre travail. Cependant, le cours dans son ensemble demande à être moins long, à ne pas être entrecoupé des points théoriques de l'enseignant, et surtout il manque une évaluation des apprentissages par les étudiants. Nous

allons maintenant voir ce que nous pouvons interpréter de l'utilisation du format numérique sous PowerPoint, ainsi que des liens hypertextes.

2. L'utilisation de Microsoft PowerPoint et des liens hypertextes

⇒ *Un format à approfondir*

Dans l'ensemble, ce format a plu aux étudiants : de nombreux commentaires libres allaient dans le sens d'une démarche originale, ludique et qui change des cours classiques. Les enseignants y voient également des possibilités d'innovation pédagogique à garder par la suite. En effet, de nombreux aspects que nous allons détailler sont à améliorer, mais cette première expérience d'étude de cas numérique était stimulante pour les étudiants comme les enseignants.

⇒ *Corriger les problèmes techniques*

Ce cours a permis de mettre en évidence des liens hypertextes qui renvoyaient aux mauvaises diapositives. Ceci s'explique par le nombre important de liens qui a rendu difficile la vérification de tous les chemins en amont du cours. En effet, l'étude de cas était séparée en deux diaporamas comportant respectivement 33 et 91 diapositives (comprenant tous les chemins). Lors d'un premier test, les problèmes techniques sont difficilement évitables, et cela est à prendre en compte dans l'interprétation des résultats. Dans un article comparant l'apprentissage à l'aide d'un document hypermédia avec une instruction traditionnelle, Yildirim (2001) a aussi rencontré de nombreux problèmes techniques (erreur de son, délai dans la navigation, pas assez d'ordinateurs...) qui peuvent avoir altéré les résultats de la comparaison en faveur de l'instruction traditionnelle. Heureusement, ce travail de remise en état des liens hypertextes est fastidieux mais réalisable.

D'autre part, en début de TD, nous avons perdu du temps à faire passer la clé USB dans la salle pour que les étudiants aient le diaporama sur leurs écrans. De même, selon les réponses données à la fin du premier diaporama, ils ne récupéraient pas tous le même PowerPoint pour continuer l'exercice. Je leur rendais donc la clé, avec le diaporama 2A, 2B, 2C, ou 2D. Le fait de n'avoir que deux clés USB rendait le transfert de fichier trop long. Il serait intéressant de réfléchir à un espace partagé où pourraient se connecter les étudiants, mais il faudrait qu'ils n'aient accès qu'aux fichiers les concernant. Au plus simple, le transfert de fichier pourrait aussi se faire par mail.

⇒ *Permettre une meilleure autonomie aux étudiants*

De nombreux étudiants se sont plaints de devoir attendre que l'enseignant passent dans les rangs pour pouvoir continuer l'étude de cas. En effet, pour certaines questions, il leur était demandé de faire une liste de données, puis d'appeler l'enseignant pour la lui présenter. Lors de la conception, nous n'avons pas réussi à éviter l'intervention de l'enseignant à cette étape, car l'idée était que si des informations manquaient dans les réponses des étudiants, ils ne recevaient pas le même diaporama pour la suite. Nous avons peur que la question soit trop facile avec un QCM, nous voulions que les étudiants y pensent par eux-mêmes, oublient des points clés, et se rendent compte des conséquences de leur erreur. C'est là que nous rencontrons la limite des liens hypertextes : nous ne pouvons pas proposer de questions ouvertes.

Enfin, une manière de rendre de l'autonomie aux étudiants est aussi de mettre des feedbacks plus développés dans le PowerPoint lors de réponse fausse. Cela a été demandé par les étudiants, et serait facile à mettre en place.

⇒ *Ajuster le nombre de chemins*

Afin de pouvoir raccourcir le TD, il faudrait diminuer le nombre de diapositives. Cela impliquerait sûrement de réduire le nombre de chemins possibles. Cependant, les étudiants ont apprécié la multi linéarité de l'étude de cas, et certains demandaient même plus de mauvais chemins. Il faut réfléchir au meilleur équilibre entre le nombre de diapositives, de chemins, et la durée du TD. L'état des connaissances des étudiants dans le domaine de l'investigation épidémique étant faible, il est conseillé de ne pas compliquer la structure, et de ne pas faire trop de chemins (Amadiou & Tricot, 2006; Amadiou et al., 2004, 2011; S. Y. Chen et al., 2006).

⇒ *Equilibrer la balance entre le PowerPoint et le travail à côté*

Certains étudiants se sont plaints de devoir quitter le PowerPoint pour faire des recherches en parallèle. Cela ne leur paraissait pas intuitif de devoir se déconnecter du diaporama. On peut ajouter à cela que certains quittaient littéralement le diaporama pour faire des recherches à côté, ce qui signifie que les consignes ne devaient pas être claires, car l'ordinateur ne servant pas au diaporama dans le binôme devait être utilisé pour des recherches complémentaires. Normalement, le binôme ne devait pas quitter le diaporama.

Pour ce qui est du travail à réaliser en dehors du PowerPoint, ce cours s'adressant à des étudiants de quatrième année, nous souhaitons que les étudiants fassent un travail de diagnostic différentiel en se renseignant sur les maladies suspectées, et qu'ils réalisent une lecture d'article scientifique pour extraire des informations utiles. Ces étapes impliqueront obligatoirement un

travail sur un autre support. Il est possible d'essayer de faire le moins d'étapes possible en dehors du diaporama, mais en gardant les étapes mentionnées ci-dessus.

Pour quelques questions ouvertes, des tableaux vides étaient présentés dans le diaporama, et les étudiants devaient le recopier et le compléter sur une feuille. Certains ont demandé s'il serait possible de le remplir directement dans le diaporama, mais cette fonctionnalité n'existe pas à ma connaissance. Par contre, nous aurions pu leur transmettre un fichier Excel à remplir, et même le récupérer à la fin du TD, afin d'avoir une trace écrite de leur travail.

3. Analyse de l'EEE

Dans cette partie, nous allons nous analyser le travail de conception, de mise en place, et d'interprétation de l'EEE.

Tout d'abord, nous n'avons reçu que 16 questionnaires sur les 17 distribués. Dans la précipitation à la fin du TD je n'ai pas pris le temps de les compter, et je ne me suis pas aperçue qu'un questionnaire manquait. L'étudiant l'aura gardé de manière volontaire ou non.

⇒ *Les objectifs de l'évaluation sont-ils atteints ?*

Pour rappel, nous voulions évaluer la satisfaction des étudiants, leur perception des apprentissages, et des modalités de transmission des connaissances. Notre questionnaire, ainsi que les réponses apportées par les apprenants nous paraissent atteindre ces objectifs. En effet, nous avons des éléments de satisfaction globale, mais aussi sur des points précis du cours (structure, déroulé, contenu...). On peut cependant noter que la perception des apprentissages par les étudiants n'est évoquée que dans deux questions (8 et 9), et que cela aurait peut-être mérité un approfondissement du sujet.

⇒ *Une évaluation « à chaud »*

Cette évaluation a été proposée à la fin du TD, « à chaud ». Cette information est importante à mettre en relation avec l'interprétation des résultats que nous avons faite dans le paragraphe précédent. En effet, il aurait été intéressant de refaire une EEE 15 jours plus tard par exemple, afin que les étudiants puissent évaluer les enseignements avec plus de recul.

On peut aussi penser que lorsqu'un questionnaire est distribué à la fin d'une séance de 3h30, les étudiants ne sont plus concentrés pour le remplir, et que les réponses peuvent être écrites dans la précipitation. Cependant, les étudiants avaient été prévenus qu'ils devraient remplir un questionnaire, le temps imparti pour cette tâche a été respecté, et ils ont tous pris le temps de marquer de nombreux commentaires libres, signe d'une certaine implication.

⇒ *De nombreux problèmes techniques pouvant altérer les résultats*

Au début du TD, dans la précipitation j'ai donné une mauvaise version du premier PowerPoint. Je m'en suis rendue compte après 15 minutes, et les étudiants ont recommencé sur la bonne version. Par la suite, les liens hypertextes qui ne marchaient pas avaient tendance à énerver les étudiants. Ces problèmes techniques auront pu mettre les étudiants dans un état d'esprit négatif au moment de remplir les questionnaires d'EEE. Les commentaires positifs dans ce contexte ont d'autant plus de sens.

⇒ *Contenu du questionnaire*

En lisant les réponses au questionnaire, j'ai pensé à deux questions que nous aurions pu aborder : l'appréciation du choix du cas clinique utilisé, et l'appréciation du nombre de chemins possibles dans le PowerPoint. Par contre, je ne supprimerais aucune question, car chacune nous a apporté une information supplémentaire.

Je m'interroge sur l'échelle à quatre niveaux utilisée dans ce questionnaire. Je n'ai pas réussi à faire de réelle différence entre les réponses « satisfaisant » et « très satisfaisant », que je considérerais finalement comme « satisfaisantes ». Si lors de l'interprétation nous regroupons les différents niveaux, quel est alors l'intérêt de proposer quatre niveaux de réponse aux étudiants ? En 1991, Alwin et Krosnick ont comparé la fiabilité d'échelles comportant 3, 5, 7, ou 11 possibilités de réponse. Ils ont recommandé des échelles à 7 points. Plus récemment, une autre étude allait dans le même sens, préférant les questionnaires à 7 ou 9 points plutôt que 3 ou 5 (Maydeu-Olivares, Fairchild, & Hall, 2017). Ces études préfèrent les échelles impaires, pour ne pas forcer le répondant à prendre une décision qu'il ne souhaite pas prendre. Nous souhaitons une échelle paire afin de ne pas se retrouver avec de nombreux résultats neutres, difficiles à interpréter. Avec du recul, j'aurais peut-être proposé une EEE avec une échelle de 6 possibilités, afin de pouvoir affiner les résultats.

Les commentaires libres des deux dernières questions permettent de récupérer de nombreuses informations. Le format papier va aussi dans ce sens car de nombreux commentaires étaient écrits à la suite d'une question, pour expliquer la réponse cochée. Cependant la méthode d'analyse des commentaires libres demande à être plus réfléchie et développée. Nous en avons fait une première analyse grossière, en catégorisant les commentaires par thèmes. Si nous avions eu plus de temps nous aurions pu utiliser des méthodes plus précises.

La méthode la plus intuitive qu'on trouve dans la littérature est le décompte de la fréquence des mots, qui suppose que les mots qui sont mentionnés le plus souvent reflètent les plus grandes préoccupations (Stemler, 2001). L'auteur précise les limites de la méthode, à avoir à l'esprit avant de faire une telle analyse : si des synonymes d'un mot sont utilisés, on peut sous-estimer sa fréquence, et si le mot a différentes significations, on peut la surestimer. Afin de diminuer ces biais, Stemler conseille de mener une méthode de décompte de la fréquence des mots afin d'identifier les mots avec un intérêt potentiel, et d'utiliser par la suite la méthode du « mot clé dans son contexte » (*Key Word In Context*), qui permet au chercheur de lire la phrase duquel il est tiré pour le replacer dans son contexte. Certaines intelligences artificielles utilisées dans des logiciels sont capables de comprendre le sens du mot en fonction du contexte (Stemler, 2001). On peut ensuite classer les mots dans différentes catégories, qui doivent être assez précises pour que chaque mot n'aille que dans une catégorie, et que chaque catégorie contienne des mots.

D'autres méthodes peuvent classer des groupes de mots dans des catégories. Toute la difficulté sera de séparer les mots en propositions, phrases, paragraphes, chapitres... puis de les mettre dans une catégorie. Elles doivent être indépendantes, exclusives mutuellement, et exhaustives (Stemler, 2001). La définition des catégories se fait souvent en deux étapes, car les chercheurs partent d'une liste de thèmes, mais lors de la classification d'autres émergent pour pouvoir y associer certains groupes de mots (Richards, Campbell, Walshaw, Dickens, & Greco, 2009)

Pour définir les catégories, Stemler (2001) propose que deux chercheurs fasse le travail indépendamment, et calculent la fiabilité du codage : l'accord entre les deux doit être supérieur à 80%. Si ça n'est pas le cas, ils reconduisent le travail jusqu'à atteindre cette fiabilité. Tout comme dans l'article de Stemler, la plupart des études prennent en compte l'avis de plusieurs chercheurs pour augmenter la fiabilité (Phelps, Wood, Bennett, Brain, & Gray, 2007; Richards et al., 2009). Par la suite, des analyses statistiques peuvent être menées sur les données intégrées dans un logiciel (*Odd ratios...*).

⇒ *Une EEE qui pourrait être faite en routine ?*

Cette évaluation était utile dans le cadre de notre mémoire, mais cela paraît compliqué de la mettre en place à chaque édition du TD. En effet, les étudiants risquent de se lasser des EEE, qui sont déjà nombreuses au niveau de l'établissement.

De même que pour l'EEE, nous pouvons effectuer une analyse de la méthode d'enregistrement des parcours des étudiants.

4. Méthode d'enregistrement des parcours et d'analyse

Quand les hypertextes ont commencé à être utilisés, les méthodes d'enregistrement des parcours des apprenants se sont développées en parallèle. De nombreux auteurs utilisent les fichiers log disponibles dans le système d'exploitation de l'ordinateur (Barab, Bowdish, & Lawless, 1997; Ellis, Jankowski, Jasper, & Tharuvai, 1998). Ces fichiers enregistrent les actions de l'utilisateur, et se retrouvent dans un code, dont chaque ligne correspond à une action. Grâce à ces fichiers log, on peut par exemple récupérer les indices suivants : la durée totale, le nombre total de nœuds, le temps par nœud, la linéarité et la réversibilité (Andris, 1996). Dans leur étude, Dias et Sousa (1997) ont créé leur propre programme qui enregistre le chemin suivi par chaque étudiant pendant la session sur le document hypermédia. Les données enregistrées comprenaient :

- le code, sexe, âge et fréquence d'utilisation des ordinateurs de chaque étudiant,
- le nom de la page visitée,
- les objets cliqués dans chaque page qui était importante pour résoudre la tâche,
- le temps passé sur chaque page,
- la fréquence de visite sur chaque page.

Plus récemment, une étude a utilisé le logiciel Camtasia pour enregistrer des vidéos de capture d'écran des parcours des étudiants (Somyürek, 2008). Nous avons étudié ces différentes méthodes pour suivre le parcours des étudiants, mais aucune ne nous satisfaisait car les fichiers log donnent de nombreuses lignes de code qui demandent beaucoup de temps à interpréter. L'analyse des vidéos de capture d'écran aurait demandé aussi trop de temps, car il faut traduire la vidéo en ligne de code. Nous avons donc choisi d'utiliser une fonctionnalité de Windows qui permet d'enregistrer une capture d'écran à chaque clic de l'utilisateur : l'enregistreur d'actions windows. Les deux limites principales de notre méthode, qui ont fortement altéré les données, sont que cette fonction n'existe pas sous les ordinateurs Macintosh, et qu'au-delà de cent clics, les captures d'écran ne sont plus enregistrées. Ces contraintes techniques auraient pu être évitées.

Malheureusement, nous n'avons récupéré que cinq enregistrements sur 7, dont un qui n'était pas complet. Nous avons demandé aux étudiants de les envoyer par mail après le TD. Malgré les rappels, je pense que certains ont oublié de me répondre. Je pense aussi que pour

certains groupes, l'enregistrement n'a pas fonctionné et ils n'ont pas osé me le dire. C'était difficile de vérifier que tous les groupes avaient réussi à lancer l'enregistreur d'actions windows.

En 2010, Amadiou, Bastien et Tricot ont publié un article sur les méthodes d'analyse des parcours des apprenants dans les documents hypermédias. Il explique qu'on peut effectuer une analyse rationnelle, en mesurant la distance entre un parcours modèle et les parcours observés, ou alors suivre une analyse ascendante en comparant les parcours entre eux pour voir si un pattern émerge dans leurs actions. Nous avons choisi la deuxième solution, car nous n'avons pas de parcours modèle.

Dans son article, Amadiou récapitule les différentes mesures utilisées dans l'analyse des parcours, listées dans le Tableau 12 ci-dessous.

*Tableau 12 : Récapitulation des principales mesures utilisées dans l'analyse des parcours. Les * indiquent que la mesure est inverse : plus la valeur est grande, moins la performance est bonne. (Amadiou et al., 2010)*

Taux de rappel	mesure le fait que l'utilisateur sélectionne le plus possible de documents pertinents
Taux de précision	mesure le fait que l'utilisateur sélectionne le moins possible de documents non pertinents, voire de documents en général
Economie	mesure le fait que les documents sélectionnés par l'utilisateur sont différents (<i>i.e.</i> qu'il n'ouvre pas plusieurs fois les mêmes)
Redondance*	mesure le fait que l'utilisateur sélectionne plusieurs fois certains documents
Temps	mesure le temps passé à sélectionner des documents pertinents, rapporté au temps total passé à réaliser l'activité ; (parfois cette seconde mesure est utilisée seule)*
Désorientation*	mesure la distance entre le parcours réalisé et le parcours optimal ; cette mesure peut être pondérée par le poids des liens activés
Efficiencie	mesure la réussite de la tâche principale (par exemple, apprentissage) rapportée au coût de l'activité de navigation

Nous n'avons pas mené une telle analyse des parcours, car bien qu'utilisant des liens hypertextes, notre document n'est pas aussi compliqué que les documents hypertextes auxquels font référence les auteurs. En effet, dans notre document hypermédia, les apprenants sont obligés de cliquer sur un hypertexte pour continuer. Dans la plupart des documents de la

littérature, l'utilisateur a deux choix : avoir plus d'informations sur un mot ou un groupe de mot en particulier, ou continuer sans cette information. Ceci complique les chemins, et donc l'analyse. Par exemple, le taux de rappel n'a pas de sens dans notre cas.

Si je devais mener à nouveau un suivi des parcours, j'aurais aimé avoir plus de temps pendant le cours pour passer dans les groupes, et réaliser un enregistrement des parcours plus strict pour ne pas perdre de données. Cela aurait permis d'enregistrer les informations avant de dépasser cent clics, et de récupérer les données de tous les groupes d'étudiants.

5. Une partie-prenante tenant plusieurs rôles. Quels biais d'interprétation ?

Dans ce mémoire, j'avais plusieurs rôles : conceptrice de l'étude de cas, enseignante, et chercheuse. Ceci impliquait que lors du TD, j'aie plusieurs tâches correspondant à mes différentes casquettes.

- Conceptrice : présenter les consignes de l'étude de cas et répondre aux problèmes techniques des étudiants.
- Enseignante : introduire le sujet du cours, répondre aux questions de fond des étudiants, leur donner les documents adaptés à leurs réponses au fur et à mesure du TD, faire des points théoriques, et mener le bilan à la fin de la séance.
- Chercheuse : expliquer le projet de recherche aux étudiants, le fonctionnement de l'outil d'enregistrement des actions sous Windows, vérifier que les étudiants enregistrent régulièrement les fichiers contenant les traces de leur parcours, distribuer les questionnaires et récupérer les enregistrements et les questionnaires à la fin de la séance de cours.

Ces différents rôles étaient compliqués à mener de manière simultanée, et ceci explique les données manquantes dans les questionnaires, ou les enregistrements. Le déroulement du TD a pu être ralenti également car je n'étais pas directement disponible pour les étudiants.

Par la suite, lors de l'analyse des résultats de l'EEE, il a été difficile de rester objective tant la conception de l'objet évalué m'avait demandé du temps, de l'énergie, et de l'investissement. Je devais voir les réponses des étudiants d'une manière neutre, mais il était évident qu'au fond de moi chaque réponse m'importait personnellement. D'autre part, je supposais en amont certaines failles et points forts du dispositif pédagogique, ce qui peut aussi fausser l'interprétation des résultats, que l'on tend à faire dire ce qu'on pressentait. Je me suis efforcée de garder cette objectivité tout au long de ce rapport, mais j'ai le sentiment qu'il reste une part de subjectivité dans l'interprétation. Si j'avais eu les moyens, j'aurais aimé qu'une

personne extérieure au processus de conception et d'enseignement mène le cours, ou l'EEE et l'analyse des parcours. En effet, si je n'avais pas été l'enseignante je me serais concentrée uniquement sur les erreurs techniques, j'aurais vérifié que l'enregistrement des parcours se faisait régulièrement pour chaque groupe, et j'aurais pu noter plus d'observations pendant le cours.

VI. Conclusion

Dans ce mémoire, nous avons conçu un dispositif pédagogique innovant permettant d'enseigner la démarche d'investigation de foyer épidémique à des étudiants vétérinaires. Nous avons pu le tester face à 17 étudiants, enregistré leurs parcours et récupéré leurs impressions afin de l'améliorer. Finalement, nous pouvons essayer de répondre à nos principales questions, présenter ci-après.

⇒ L'enseignement sous forme d'étude de cas est-il adapté ?

Il est difficile de répondre de manière certaine à cette question car nous n'avons pas évalué les apprentissages ; ainsi, nous ne pouvons pas comparer l'étude de cas à un cours magistral par exemple. Cependant, nous avons tout de même montré que les étudiants avaient apprécié l'aspect concret de l'étude de cas, qui les mettait directement en situation. D'autre part, cette forme rend l'étudiant actif dans de nombreuses tâches, et les a engagés dans le cours. L'aspect collectif a permis des échanges enrichissants et est une force du projet. Les premiers résultats que nous avons récupérés sont donc en faveur d'un cours sous forme d'étude de cas.

⇒ L'étude de cas sous forme numérique est-elle adaptée ?

De même que dans le paragraphe précédent, sans évaluation il est difficile de montrer l'apport du numérique pour les apprentissages. Cependant, nous retenons que l'étude de cas sous forme de PowerPoint interactif grâce à des liens hypertextes a plu aux étudiants, au point de les engager plus que d'habitude. L'aspect innovant de l'outil peut aussi avoir eu un impact sur la motivation et l'engagement. Le numérique et les liens hypertextes permettent d'intégrer de la multi linéarité, très appréciée des étudiants également. Ce format est donc à approfondir.

⇒ Quels sont les points à améliorer ?

Cependant, de nombreux points restent à améliorer pour optimiser ce TD. Le premier étant que nous n'avons pas évalué les apprentissages : une réflexion serait à mener sur la meilleure méthode. De plus, il faudrait régler les problèmes techniques tels que des liens hypertextes qui ne fonctionnent pas, ou encore la distribution des documents numériques

autrement que sur une clé USB. Il serait intéressant de revoir la place des points théoriques de l'enseignant pendant le cours, afin qu'ils ne dérangent pas le déroulement d'une étude de cas où l'on veut rendre de l'autonomie aux étudiants. Une réflexion peut aussi être menée sur l'équilibre entre le travail sur le diaporama et en dehors.

La littérature étant assez pauvre sur l'utilisation d'un tel dispositif en cours, nous ne pouvions pas pressentir les résultats de notre étude. Cependant, les difficultés techniques ou de compréhension des consignes étaient à attendre au vu des nombreux liens hypertextes et de la complexité de la structure du PowerPoint. Les résultats plutôt positifs de l'EEE malgré les difficultés techniques nous poussent à continuer le développement du dispositif.

Pendant ce projet, comme je l'ai expliqué j'ai appris à prendre plusieurs rôles, ce qui permettait d'avoir une vision globale de la démarche, mais qui a représenté des difficultés lors du TD et de l'interprétation des résultats. Ces 3h30 ont été très intenses pour moi, et j'ai l'impression qu'avec le même matériel de départ j'aurais pu réaliser un projet scientifique plus solide si je m'étais faite aider sur des aspects techniques ou d'enseignement.

Parmi les apprentissages que ce mémoire m'a apportés, je retiendrai la démarche de recherche exploratoire, que je n'avais jamais menée dans mon parcours étudiant et professionnel. En effet, dans les sciences vétérinaires, les projets de recherche visent à confirmer des hypothèses émises en amont, ce qui modifie l'approche et la méthode d'analyse. C'était très déstabilisant de démarrer un projet de recherche sans avoir d'hypothèse au préalable, que l'on souhaite confirmer.

Nous espérons que ce TD pourra être amélioré et réutilisé, ou qu'il donnera des idées aux enseignants de l'Ecole Vétérinaire de Toulouse.

VIII. Bibliographie

- Akbulut, Y., & Cardak, C. S. (2012). Adaptive educational hypermedia accommodating learning styles: A content analysis of publications from 2000 to 2011. *Computers and Education*, 58(2), 835–842. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.008>
- Alwin, D. F., & Krosnick, J. A. (1991). The Reliability of Survey Attitude Measurement: The Influence of Question and Respondent Attributes. *Sociological Methods and Research*, 20(1), 139–181.
- Amadiou, F., Bastien, C., & Tricot, A. (2008). Les méthodes on-line 1 : Analyse des parcours. In A. Chevalier & A. Tricot (Eds.), *Ergonomie des documents électroniques* (pp. 251–270). Paris: Presses Universitaires de France.
- Amadiou, F., & Tricot, A. (2006). Utilisation d'un hypermédia et apprentissage: Deux activités concurrentes ou complémentaires? *Psychologie Française*, 51(1), 5–23. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2005.12.001>
- Amadiou, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2004). Rôle du guidage fourni par la structure d'un cours en ligne en fonction du niveau et du type d'expertise des apprenants. *10e Journée d'Étude sur le Traitement Cognitif des Systèmes d'Information Complexes*. JETCSIC'04.
- Amadiou, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2011). Comprendre des documents non-linéaires : quelles ressources apportées par les connaissances antérieures? *Année Psychologique*, 111(2), 359–408. <https://doi.org/10.4074/S0003503311002053>
- Andris, J. F. (1996). The Relationship of Indices of Student Navigational Patterns in a Hypermedia Geology Lab Simulation to Two Measures of Learning Style. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5(3), 303–315.
- Aulls, M. W. (2002). The contributions of co-occurring forms of classroom discourse and academic activities to curriculum events and instruction. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 520–538. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.3.520>
- Barab, S. A., Bowdish, B. E., & Lawless, K. A. (1997). Hypermedia navigation: Profiles of hypermedia users. *Educational Technology Research and Development*, 45(3), 23–41. <https://doi.org/10.1007/BF02299727>
- Blom, H., Segers, E., Knoors, H., Hermans, D., & Verhoeven, L. (2018). Comprehension and navigation of networked hypertexts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 306–

314. <https://doi.org/10.1111/jcal.12243>

- Boccaro, V., & Delgoulet, C. (2016). L'analyse des travaux pour la conception en formation. *Activités* [En ligne], 12-2, URL : <http://activites.revues.org/1098> ; DOI : 10.4000/activites.1098
- Bonney, K. M. (2015). Case Study Teaching Method Improves Student Performance and Perceptions of Learning Gains. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 16(1), 21–28. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v16i1.846>
- Brinkerhoff, J. D., Klein, J. D., & GKoroghlanian, C. M. (2001). Effects of overview and computer experience on learning from hypertext. *Journal of Educational Computing Research*, 25(4), 427–440.
- Brusilovsky, P. (2003). Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools. *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments*, 377–409. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0819-7>
- Bush, P. V. (1945). As We May Think. *Atlantic Monthly*, 76(1), 101–108.
- Chen, S. (2002). A cognitive model for non-linear learning in hypermedia programmes. *British Journal of Educational Technology*, 33(4), 449–460. <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00281>
- Chen, S. Y., Fan, J. P., & MacRedie, R. D. (2006). Navigation in hypermedia learning systems: Experts vs. novices. *Computers in Human Behavior*, 22(2), 251–266. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.06.004>
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Conklin, J. (1987). Hypertext : An Introduction and Survey. *IEEE Computer*, 20(9), 17–41.
- Dias, P., & Sousa, P. (1997). Understanding Navigation and Disorientation in Hypermedia Learning Environments. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(2), 173–185. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/8908>
- Dillon, A., & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an Educational Technology: A Review of the Quantitative Research Literature on Learner Comprehension, Control, and Style. *Review*

- of Educational Research*, 68(3), 322–349. <https://doi.org/10.3102/00346543068003322>
- Dupuis, & Persky. (2008). Use of case-based learning in a clinical pharmacokinetics course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 72(2), 1–7.
- Ellis, R. D., Jankowski, T. B., Jasper, J. E., & Tharuvai, B. S. (1998). Listener: A tool for client-side investigation of hypermedia navigation behavior. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 30(4), 573–582. <https://doi.org/10.3758/BF03209474>
- Freeman Herreid, C., & Schiller, N. a. (2012). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 62–66. <https://doi.org/doi.org.proxy2.lib.umanitoba.ca/10.1>
- Gijbels, D., & Dochy, F. (2005). Effects of Problem-Based Learning : A Meta-Analysis from the Angle of Assessment Author (s): David Gijbels , Filip Dochy , Piet Van den Bossche and Mien Segers Source : Review of Educational Research , Vol . 75 , No . 1 (Spring , 2005), pp . 27-61 Pub, 75(1), 27–61.
- Graf, S., Liu, T. C., Kinshuk, Chen, N. S., & Yang, S. J. H. (2009). Learning styles and cognitive traits - Their relationship and its benefits in web-based educational systems. *Computers in Human Behavior*, 25(6), 1280–1289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.06.005>
- Grauer, G. F., Forrester, S. D., Shuman, C., & Sanderson, M. W. (2008). Comparison of Student Performance after Lecture-Based and Case-Based/Problem-Based Teaching in a Large Group. *Journal of Veterinary Medical Education*, 35(2), 310–317. <https://doi.org/10.3138/jvme.35.2.310>
- Guinat, C., Nicolas, G., Vergne, T., Bronner, A., Durand, B., Courcoul, A., ... Paul, M. C. (2018). Spatio-temporal patterns of highly pathogenic avian influenza virus subtype H5N8 spread , France , 2016 to 2017.
- Hmelo-Silver, C. E., & Pfeffer, M. G. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. *Cognitive Science*, 28(1), 127–138. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(03\)00065-X](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(03)00065-X)
- Hofsten, A., Gustafsson, C., & Häggström, E. (2010). Case seminars open doors to deeper understanding - Nursing students' experiences of learning. *Nurse Education Today*, 30(6), 533–538. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2009.11.001>
- Kaufert, J., Wiebe, R., Schwartz, K., Labine, L., Lutfiyya, Z. M., & Pearse, C. (2010). End-of-

- life ethics and disability: differing perspectives on case-based teaching. *Medicine, Health Care, and Philosophy*, 13(2), 115–126. <https://doi.org/10.1007/s11019-009-9231-x>
- Khan, H., Taqui, A. M., Khawaja, M. R., & Fatmi, Z. (2007). Problem-based versus conventional curricula: Influence on knowledge and attitudes of medical students towards health research. *PLoS ONE*, 2(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000632>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. <https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102>
- Kommers, P. A. M., Grabinger, R. S., & Dunlap, J. C. (Eds.). (1996). *Hypermedia Learning Environments: Instructional Design and Integration*. Hillsdale: Erlbaum.
- Lane, E. A. (2008). Problem-Based Learning in Veterinary Education. *Journal of Veterinary Medical Education*, 35(4), 631–636. <https://doi.org/10.3138/jvme.35.4.631>
- Liu, M. (2004). Examining the performance and attitudes of sixth graders during their use of a problem-based hypermedia learning environment. *Computers in Human Behavior*, 20(3), 357–379. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(03\)00052-9](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(03)00052-9)
- Lundeberg, B. M. A., Yadav, A., Thompson, W., & Kelvin, Lord. (2006). Assessment of Case Study Teaching : Where Do We Go From Here ? Part II as expressed in this quote from Sir. *Journal of College Science Teaching*, 35(6), 8–13.
- Major, C. H., & Palmer, B. (2001). Assessing the Effectiveness of Problem -Based Learning in Higher Education: Lessons from the Literature. *Academic Exchange Quarterly*, 5(1), 241–250.
- Malher, X., Bareille, N., Noordhuizen, J. P. T. M., & Seegers, H. (2009). A Case-Based Learning Approach for Teaching Undergraduate Veterinary Students about Dairy Herd Health Consultancy Issues. *Journal of Veterinary Medical Education*, 36(1), 22–29. <https://doi.org/10.3138/jvme.36.1.22>
- Maydeu-Olivares, A., Fairchild, A. J., & Hall, A. G. (2017). Goodness of Fit in Item Factor Analysis: Effect of the Number of Response Alternatives. *Structural Equation Modeling : A Multidisciplinary Journal*, 24(4), 495–505. <https://doi.org/10.1080/10705511.2017.1289816>

- Napp, S., Majó, N., Sánchez-González, R., & Vergara-Alert, J. (2018). Emergence and spread of highly pathogenic avian influenza A(H5N8) in Europe in 2016-2017. *Transboundary and Emerging Diseases*, (November 2017). <https://doi.org/10.1111/tbed.12861>
- Olry, P., & Vidal-Gomel, C. (2011). Conception de formation professionnelle continue : tensions croisées et apports de l'ergonomie , de la didactique professionnelle et des pratiques d'ingénierie. *Activités*, 8(2), 115–149. <https://doi.org/10.4000/activites.2604>
- Phelps, C., Wood, F., Bennett, P., Brain, K., & Gray, J. (2007). Knowledge and expectations of women undergoing cancer genetic risk assessment: A qualitative analysis of free-text questionnaire comments. *Journal of Genetic Counseling*, 16(4), 505–514. <https://doi.org/10.1007/s10897-007-9086-3>
- Powell, K. C., Kalina, C. J. (2009). Cognitive and Social Constructivism : Developing Tools for an Effective Classroom. *Education*, 130(2), 241–250.
- Queen's University. (2018). What is Case-based learning ? Retrieved September 17, 2018, from <https://www.queensu.ca/ctl/teaching-support/instructional-strategies/case-based-learning>
- Reimer, S., Hörnlein, A., Tony, H. P., Kraemer, D., Oberück, S., Betz, C., ... Kneitz, C. (2006). Assessment of a case-based training system (d3web.Train) in rheumatology. *Rheumatology International*, 26(10), 942–948. <https://doi.org/10.1007/s00296-006-0111-x>
- Rey, S., Denetiere, G., Rousset, E., Aubert, M., Struggar, S., Languille, J., ... Vaillant, V. (2005). *Epidémie de fièvre Q dans la vallée de Chamonix (Haute-Savoie)*.
- Richards, S. H., Campbell, J. L., Walshaw, E., Dickens, A., & Greco, M. (2009). A multi-method analysis of free-text comments from the UK general medical council colleague questionnaires. *Medical Education*, 43(8), 757–766. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03416.x>
- Savery. (2006). Overview of PBL: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Somyürek, S. (2008). The Effects Of Individual Differences On Learner ' S Navigation In A Courseware. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(2), 1–9. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1102893.pdf>
- Spiro, R. J., Collins, B. P., & Ramchandran, A. R. (2007). Modes of openness and flexibility in

- cognitive flexibility hypertext learning environments. *Flexible Learning in an Information Society*, (June), 18–25. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-325-8.ch002>
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J., & Coulson, R. L. (1995). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext : Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (Vol. Chapter 6). New-York: Routledge.
- Srinivasan, M., Wilkes, M., Stevenson, F., Nguyen, T., & Slavin, S. (2007). Comparing problem-based learning with case-based learning: Effects of a major curricular shift at two institutions. *Academic Medicine*, 82(1), 74–82. <https://doi.org/10.1097/01.ACM.0000249963.93776.aa>
- Stemler, S. (2001). An Overview of Content Analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(17). <https://doi.org/10.1362/146934703771910080>
- Sturdy, S. (2007). Scientific Method for Medical Practitioners: The Case Method of Teaching Pathology in Early Twentieth-Century Edinburgh. *Bulletin of the History of Medicine*, 81(4), 760–792. <https://doi.org/10.1353/bhm.2007.0093>
- Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., ... Clay, D. (2012). The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, 34(6), 142–159. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.680939>
- Thurman, J., Volet, S. E., & Bolton, J. R. (2009). Collaborative, Case-based Learning: How Do Students Actually Learn from Each Other? *Journal of Veterinary Medical Education*, 36(3), 297–304. <https://doi.org/10.3138/jvme.36.3.297>
- Trace, C., Baillie, S., & Short, N. (2012). Development and Preliminary Evaluation of Student-Authored Electronic Cases. *Journal of Veterinary Medical Education*, 39(4), 368–374. <https://doi.org/10.3138/jvme.0212-017R>
- Trace, C., & Tisdall, D. (2018). VetEd 2018 : International symposium of the Veterinary Schools Council. In *Workshop : Creating virtual cases using Powerpoint* (p. July 5th).
- Tricot, A. (2017). *Master 2 CIES (Conseil et Ingénierie pour l'Enseignement Supérieur). U93 : Ingénierie de formation pour adultes*. Toulouse: ESPE.
- Wadsworth, B. J. (1996). *Piaget's theory of cognitive and affective development: Foundations*

of constructivism (5th ed.). White Plains, NY: England: Longman Publishing.

Yildirim, Z., Ozden, M. Y., & Aksu, M. (2001). Comparison of hypermedia learning and traditional instruction on knowlege acquisition and retention. *The Journal of Educational Research*, 94(4), 207–214.

Annexe 1. Questionnaire de l'EEE

Ce questionnaire vise à évaluer votre satisfaction vis-à-vis de ce TD, afin d'améliorer les enseignements.

1) Le plan de cours (objectifs, contenu, méthodes d'enseignement) est clair et précis

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

2) Les objectifs du cours ont été clairement présentés et expliqués

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

3) Ce cours me paraît pertinent dans le programme d'études

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

4) Ce cours a suscité mon intérêt

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

5) Le contenu correspond à ce qui est décrit dans les objectifs du cours

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

6) Le cours est présenté de façon structurée

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

7) J'ai réussi à suivre le chemin évolutif de l'étude de cas

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

- 8) Les notions complexes ont été rendues compréhensibles
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant
- 9) J'ai l'impression d'avoir compris la démarche d'enquête épidémiologique grâce à ce TD
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant
- 10) J'ai compris les consignes de l'étude de cas
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant
- 11) La conduite de l'étude de cas au travers d'une présentation PowerPoint aide à la compréhension du contenu
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant
- 12) Le déroulé technique de l'étude de cas est clair, je sais où cliquer et à quel document me référer
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant
- 13) Dans le PowerPoint, l'alternance entre les différents types activités (QCM, lecture d'article, analyse d'interview, texte...) est équilibrée
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant
- 14) Pendant le TD, l'alternance entre les points théoriques par les enseignants et le PowerPoint est bien équilibrée
- Très satisfaisant
 - Satisfaisant
 - Peu satisfaisant
 - Pas du tout satisfaisant

15) Le temps imparti pour ce TD est

- Très satisfaisant
- Satisfaisant. *Précisez :* *trop long* *trop court*
- Peu satisfaisant. *Précisez :* *trop long* *trop court*
- Pas du tout satisfaisant. *Précisez :* *trop long* *trop court*

16) Le fait de travailler en binôme est

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

17) Globalement, le déroulé et le contenu de ce cours m'ont donné satisfaction

- Très satisfaisant
- Satisfaisant
- Peu satisfaisant
- Pas du tout satisfaisant

18) Décrivez, selon vous, les points forts de ce TD

19) Décrivez, selon vous, les points à améliorer dans ce TD. Vous pouvez donner ici des pistes d'amélioration

Annexe 2. Commentaires de l'EEE – Q18 : Points forts

	Commentaires	catégorie
élève 1	le fait que nos réponses puissent avoir un impact sur la suite	multilinéaire
	le fait de participer activement	participation
élève 2	interactivité	interactivité
	exercice qui nous fait réfléchir	réflexion
élève 3	travail en binôme	binôme
	interactivité avec le ppt	interactivité
	cas clinique intéressant, on voit toutes les implications d'une enquête épidémiologique	concret
élève 4	travail de groupe	binôme
	PowerPoint interactif	interactivité
	recherches associées rendent le travail plus stimulant	recherches associées
élève 5	travail en autonomie	autonomie
	temps de réflexion suffisant	réflexion
	cas clinique concret	concret
élève 6	réflexion par soi-même sur une démarche d'étude épidémiologique	autonomie
	plus concret	concret
	plus intéressant que des présentations classiques type cours	original
	le fait que la réflexion soit progressive tout au long du TD	réflexion
élève 7	alternance recherches dans des articles, cours, et ppt	recherches associées
élève 8	interactivité, discussion	interactivité
	ppt cliquable	multilinéaire
élève 9	interactif	interactivité
	concret	concret
élève 10	original	original
	obligation de participer donc on ne décroche pas	participation
	on comprend comment mener une enquête	compréhension
	on sent que "c'est du boulot", Bravo !	
élève 11	interactivité	interactivité
	réflexion	réflexion
	sous forme de quizz = le jeu donne envie de réfléchir	interactivité
	deux scénarios possibles en fonction de ce qu'on a demandé à l'élèveur : super, ça nous permet de nous rendre compte de l'importance des questions, et de nos oublis	multilinéaire
élève 12	travail en binôme : permet de mieux comprendre/analyser certaines infos	binôme
	ppt sous forme d'exercice	interactivité
	concret	concret
élève 13	interactivité	interactivité
	recherche personnelle	recherches associées
	support numérique	interactivité
élève 14	compréhension de la réalisation pratique de l'investigation par les services vétérinaires	compréhension
élève 15	travail interactif +++	interactivité
	impossibilité de retour en arrière, donc obligé de réfléchir	participation
	intérêt du TD	
élève 16	autonomie	autonomie
	interactif	interactivité
	cas terrain de mise en pratique	concret

Annexe 3. Commentaires de l'EEE – Q19 Points à améliorer

	Commentaire	catégorie
élève 1	pouvoir remplir les tableaux avec des menus déroulants	forme du ppt
	mettre plus de liberté dans les choix avec des conséquences sur la suite	plus de multilinéarité
	je n'ai pas lu les objectifs du cours	
	ppt un peu long	long
	ppt répétitif	répétitif
élève 2	diaporama : pas de boucle infinie	bugs
	rajouter que l'on souhaite poser des questions en plus sur l'élevage quand on a déjà quelques informations	forme du ppt
	mieux expliquer les courbes, mettre plus d'explications quand la réponse est fausse	feedbacks
	pas assez d'explications	feedbacks
	le ppt manque de récapitulatifs (influenza détecté)	récapitulatifs ppt
	ne pas mettre trop de lecture d'article, sinon on perd un peu le côté méthode épidémiologique	trop de recherches à côté
	on n'avance pas tous à la même vitesse donc attendre les autres ou revoir un point déjà abordé c'est redondant	récapitulatifs enseignant
élève 3	les périodes de travail sur papier coupent la progression et ça n'est pas intuitif de quitter le ppt	trop de recherches à côté
	moins long = plus intéressant ?	long
	manque d'interactivité : remplir la frise, les tableaux	forme du ppt
	parfois, je ne sais pas où cliquer : diagnostic différentiel, frise chronologique	consignes
élève 4	quelques améliorations à faire sur le ppt	bugs
	partie "diagnostic différentiel" un peu longue	long
	parfois je ne sais pas où cliquer, notamment les questions de la première partie	consignes
	1/2 heure de plus aurait été bien	court
élève 5	quelques bugs dans le ppt	bugs
élève 6	aspects techniques	bugs
élève 7	soit une intervention régulière de l'enseignant après 1 ou 2 diapos, soit permettre une autonomie totale du début à la fin	récapitulatifs enseignant
	le ppt aide, mais le fait qu'on ne puisse pas remplir sur le ppt coupe la réflexion sur le cas	forme du ppt
	les titres sont trop généraux	forme du ppt
élève 8	temps de mise en place : envoi par mail au préalable ?	mise en place
	un peu perdue à la fin du 2ème ppt : boucle	bugs
	plus d'illustration, tableaux moins lourds, avec moins d'informations	forme du ppt
élève 9	moins de bugs	bugs
	plus de couleurs	forme du ppt
élève 10	un peu perdue à la fin mais quand le ppt sera au point ce sera nickel	bugs
	mieux faire le point à la fin de chaque partie, car c'est long d'attendre l'enseignant qui passe voir chaque binôme	récapitulatifs enseignant
	distribuer plusieurs clés avant l'intro pour ne pas perdre 15 minutes à attendre que tout le monde ait le ppt	mise en place
élève 11	erreurs, bugs de ppt	bugs
	donner le ppt dans l'intro du TD, ne pas attendre ensuite que la clé passe	mise en place
	un peu trop long mais on a perdu du temps avec les bugs	long

élève 12	TD un peu long	long
	trop de bugs (normal, c'est la première fois!)	bugs
	les bugs ont rendu la compréhension difficile	compréhension difficile
élève 13	aspects techniques : enregistrement, et nécessité de quitter le diapo pour consulter les ressources	forme du ppt
	trop long	long
	il faudrait un moyen de suivre où en sont les gens	forme du ppt
	il reste beaucoup de choses faites sur le côté	trop de recherches à côté
	les propositions de réponse : ce serait bien que ça devienne interactif	plus de multilinéarité
	avoir des symboles pour représenter les documents reconsultable et pouvoir y aller quand on veut	forme du ppt
élève 14	faire davantage de présentation par l'enseignant	récapitulatifs enseignant
	ppt trop long	long
	ppt rébarbatif	répétitif
élève 15	besoin des profs pour avancer, donc temps d'attente	récapitulatifs enseignant
	ppt pas au point, mais ce sera réglé pour la prochaine fois !	bugs
	on a du mal à réaliser comment ce sera quand on fera ça en pratique	
élève 16	les consignes ne sont pas toujours claires	consignes
	l'attente des enseignants est trop longues pour certaines parties	récapitulatifs enseignant
	problèmes sur le ppt	bugs
	on devrait pouvoir compléter les tableaux sur le ppt directement	forme du ppt

Annexe 4. Liste descriptive des études de cas recensées

Nom	Format	médecine humaine ou vétérinaire ?	structure	langue	maladie	concepteurs	durée
IAHP InterRisk	papier	vétérinaire (volailles)	linéaire	anglais	grippe aviaire	Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University	4h
IAHP Phau sub-district	papier	vétérinaire (volailles)	linéaire	anglais	grippe aviaire	Animal Health Solutions International. Fort Collins, Colorado. USA	6h
Trichinosis in Nan Province	papier	humaine et vétérinaire	linéaire	anglais	trichinellose	Animal Health Solutions International. Fort Collins, Colorado. USA	2*4h
PPA Madagascar	papier	vétérinaire (porcs)	linéaire	français	Peste porcine Africaine	Multi-auteur : Unité de veille sanitaire, faculté de médecine de Madagascar...	2h30
ferme Villeveyrac	papier	vétérinaire	linéaire	français		Cirad	2h
Leptospirose Thaïlande	papier	humaine et vétérinaire	linéaire	anglais	Leptospirose	Animal Health Solutions International. Fort Collins, Colorado. USA	11h
Trichinellose France	papier	humaine	linéaire	français	trichinellose	Hopital Cochin, Paris, France	1h30
Ebola Afrique	papier	humaine	linéaire	français	Ebola	CDC, Atlanta, USA	2h30
Choléra bengale	papier	humaine	linéaire	anglais	Choléra	WHO + National Institute of Epidemiology, India	3h
botulisme Texas	papier	humaine	linéaire	anglais	Botulisme	University of Delaware, USA	1h
Idea n°1 TIAC collègue	papier	humaine	linéaire	français	calicivirus	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h
Idea n°2 TIAC école	papier	humaine	linéaire	français	gastro-entérite	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h
Idea n°3 L'avis	papier	humaine	linéaire	français	champignons	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h
Idea n°4 Trichinellose	papier	humaine	linéaire	français	trichinellose	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h
Idea n°5 Paludisme	papier	humaine	linéaire	français	paludisme	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h

Idea n°6 toxoplasmose femmes enceintes	papier	humaine	linéaire	français	Toxoplasmose	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h
Idéa n°7 syndrome respi	papier	humaine	linéaire	français	SRAS	Faculté de médecine Paris-Descartes, Paris, France	2h
TIAC Madagascar	papier	humaine	linéaire	français	gastro-entérite	Direction de la veille sanitaire et de la surveillance épidémiologique, Madagascar	2h30
Ranema FMD pig	SG	vétérinaire (porcs)	linéaire	anglais	Fièvre aphteuse	Cirad	1h
Ranema cas N°2	SG	vétérinaire (ruminants)	linéaire	français		Cirad	1h
Ranema FVR	SG	vétérinaire (ruminants)	linéaire	français	Fièvre de la vallée du Rift	Cirad	3h
CDC petits jeux	SG	humaine	linéaire	anglais	E. Coli, anthrax, intoxication au plomb...	CDC, Atlanta, USA	15 minutes
E coli Michigan	SG	humaine	linéaire	anglais	Escherichia Coli	CDC, Atlanta, USA	3-4 h
Watersedge Minnesota	SG	humaine	multilinéaire	anglais		University of Minnesota	1h
Crystal Island	SG	humaine	multilinéaire	anglais		Center for educational informatics, North Carolina, USA	4h
MedMyst RICE	SG	humaine	linéaire	anglais	maladie fictive	Center for Technology in Teaching and Learning, Rice University, Texas, USA	1h
The great flu	SG	humaine	multilinéaire	anglais	virus	Cambridge infectious diseases, Royaume-Uni	3h
crazy monkeys	SG	humaine	linéaire	anglais	virus, bactérie, parasite	Crazy monkey games	2h
pandemic : american swine	SG	humaine	multilinéaire	anglais	grippe porcine	kongregate, USA	2h

Annexe 5. Tableau de la comparaison des objectifs pédagogiques atteints en fonction de l'étude de cas

Grain pédagogique	Nombre d'études de cas où cet objectif pédagogique est atteint
2.2.1 Extraire les éléments issus d'une interview	0
4.2.1 Définir des périmètres de protection, surveillance, restriction ...	0
4.2.2 Sélectionner des mesures conservatoires et d'assainissement à mettre en place dans les périmètres définis	0
2.1.1.3 Lister les informations que doit contenir la fiche d'accompagnement des échantillons	1
3.1.3 Choisir l'hypothèse la plus probable de source et de dissémination pour cet élevage	1
7.2.1 Définir le R0	1
7.2.2 Citer les principes des modèles à compartiments et les paramètres principaux pris en compte	1
7.2.3 Choisir les paramètres optimaux pour contrôler l'épidémie	1
1.1.3.2 Décrire les biais saisonniers, de déclaration, de variation de population...	2
3.1.2 Préciser et hiérarchiser des hypothèses après la recherche des liens épidémiologiques pour cet élevage	2
6.1 Citer les rubriques que doit contenir un rapport d'intervention	1
6.2 Choisir les informations pertinentes à mettre dans chaque rubrique	1
7.1.1.1 Décrire les principes de l'échantillonnage	1
7.1.2.3 Décrire l'effet d'un facteur de confusion	2
2.1.1.1 Faire un état des lieux de la législation vis-à-vis des maladies suspectées	3
2.2.2.2 Décrire le nombre et le type d'échantillon à prélever <u>après le diagnostic</u>	3

2.2.2.3 Décrire la démarche à suivre pour le transfert des échantillons au laboratoire	3
3.2.2.2 Identifier le cas index	3
2.1.1.5 Préparer le matériel de pré-tudiement et d'autopsie	4
2.1.2.2 Déterminer la fenêtre temporelle pour évaluer la dissémination	4
Déterminer les objectifs de détection (sensible, spécifique)	4
3.1.1 Emettre des hypothèses avant la confirmation du diagnostic pour cet élevage	4
3.2.1 Emettre des hypothèses avant la confirmation du diagnostic	3
1.1.3.1 Comparer les données à des courbes seuils, ou à un taux de prévalence ou d'incidence	5
2.1.1.4 Préparer son équipement personnel	5
2.1.2.1 Déterminer la fenêtre temporelle pour chercher la source	5
1.1.1.2 <u>Collecter</u> les informations pertinentes de temps, lieu, population touchée	6
7.1.1.2 Décrire la méthode de choix des témoins (critères d'inclusion, comparabilité)	5
3.2.2.4 Hiérarchiser les hypothèses selon leur probabilité	5
2.1.2.5 Etablir une méthodologie de recherche des cas sur le terrain	6
3.2.3 Confirmer les hypothèses après une étude plus approfondie de l'épidémie	7
5.1.1 Choisir les paramètres de construction de la courbe épidémique	7
5.3.1 Sélectionner les variables à prendre en compte dans l'analyse (âge, sexe...)	6
1.1.2 Calculer la prévalence, l'incidence, le taux d'attaque	7

2.1.2.4 Expliquer le rôle/métier des membres de l'équipe d'investigation	8
4.1.2 Choisir et proposer les mesures d'assainissement	8
2.1.1.2 Lister les variables à recueillir dans un questionnaire lors du premier déplacement sur le foyer	9
2.1.2.6 Cibler les personnes à interviewer	9
2.2.2.1 Décrire le nombre et le type d'échantillon à prélever <u>avant le diagnostic</u>	9
4.1.1.2 Sélectionner et adapter les mesures conservatoires spécifiques <u>après confirmation du diagnostic</u>	9
5.1.2 Choisir la bonne courbe épidémique	8
3.2.2.5 Choisir l'hypothèse la plus probable de source et de dissémination pour la zone touchée	9
4.1.1.1 Sélectionner et adapter les mesures pré-conservatoires <u>avant le diagnostic</u>	10
5.2.1 Décrire une carte de répartition des foyers	9
5.3.2 Décrire les tableaux de répartition des cas	9
5.3.3 Interpréter les tableaux de répartition des cas selon les caractéristiques de la population	9
2.1.1.6 Etablir une première définition de cas	10
2.1.2.7 Sélectionner les variables pertinentes à prendre en compte dans le questionnaire spécifique	10
2.1.2.8 Traduire les hypothèses formulées par des questions dans un questionnaire	11
5.2.2 Interpréter une carte de répartition des foyers	10
Définir différents cas : possible, suspect, probable, confirmé...	11
3.2.2.1 Synthétiser les informations récoltées sur les cas	11

7.1.1.3 Construire un tableau 2x2 malades/exposés	12
7.1.2.1 Définir et calculer un OR	13
7.1.2.2 Interpréter un OR	13
5.1.3 Interpréter une courbe épidémique	14
1.1.1.1 <u>Identifier</u> les informations pertinentes de temps, lieu, population touchée	15
1.2.2 Emettre une hypothèse de forte suspicion	15
1.2.1 Extraire des informations sur les maladies et la description de l'événement sanitaire utiles pour le diagnostic	16
1.3 Synthétiser les informations sur le signal pour prendre la décision d'investiguer ce foyer épidémique	17
3.2.2.3 Emettre une ou plusieurs hypothèses de source et de dissémination de la maladie	20