

[Page de garde]

HEC MONTRÉAL

**Le rôle des émotions et de l'engagement cognitif dans
l'apprentissage en ligne**

par
Baptiste d'Hau

Sylvain Sénécal
HEC Montréal
Directeur de recherche

Constantinos Coursaris
HEC Montréal
Codirecteur de recherche

Sciences de la gestion
(Spécialisation Expérience Utilisateur)

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences en gestion
(M. Sc.)*

Avril 2024
© Baptiste d'Hau, 2024

Résumé

Ce mémoire vise à déterminer le rôle des émotions sur l'apprentissage dans un contexte de santé et sécurité au travail. À travers l'engagement cognitif, il étudie l'impact de deux stimuli émotionnels qui diffèrent selon leur intensité émotionnelle, mais aussi selon le moment de la présentation du stimulus sur les réponses physiologiques de participants, et sur l'apprentissage de notions acquises lors d'une formation en ligne à propos des comportements de sécurité au travail. Afin d'atteindre cet objectif, quatre conditions expérimentales ont été mises en place : un stimulus émotionnel plus faible présenté au début de la formation, un stimulus émotionnel plus fort au début de la formation, le même stimulus plus faible, mais présenté au milieu de la formation, et enfin, le stimulus de plus forte intensité émotionnelle au milieu de la formation. Quarante participants ont été répartis aléatoirement en groupes égaux correspondants à ces quatre conditions. Pour ce faire, une approche multiméthode a été utilisée, combinant des mesures neurophysiologiques et auto-déclarées afin de mesurer les réactions des utilisateurs aux différents stimuli.

La pertinence de cette étude est ancrée dans le contexte actuel où les industries qui comportent des métiers dangereux, connaissent un trop grand nombre d'accidents et de décès au travail. Avec l'émergence des formations à distance et les défis grandissants qui y sont rattachés, l'investigation de solutions alternatives pour améliorer leur efficacité et donc l'adoption de comportements appris au cours de ces formations est devenue un enjeu majeur.

Les résultats fournissent une meilleure compréhension quant aux mécanismes sous-jacents des formations en ligne en santé et sécurité au travail. De plus, les résultats peuvent guider le développement de nouvelles formations à distance, en suggérant des voies peu explorées et novatrices pour favoriser l'apprentissage, et ainsi l'efficacité des formations. Et cela, grâce aux émotions induites au cours des formations. En parallèle, les contributions de ce mémoire enrichissent le corpus de connaissances dédié aux effets des émotions et du moment de leur exposition sur l'apprentissage, ouvrant ainsi des perspectives nouvelles pour les avancées futures dans ce domaine de recherche.

Mots clés : *e-learning*, engagement cognitif, efficacité d'une formation, moment de présentation d'un stimulus, apprentissage en ligne, émotions, Santé et sécurité au travail.

Méthodes de recherche : Électroencéphalographie, Mesures auto-déclarées.

Abstract

This thesis aims to determine the role of emotions on learning in an Occupational Health and Safety context. Through cognitive engagement, it investigates the impact of two emotional stimuli differing in emotional intensity, but also in time of stimulus presentation, on the physiological responses of participants, and on the learning of notions acquired during an online training course about safety behaviors in the workplace. To achieve this objective, four experimental conditions were set up: a weak emotional stimulus presented at the beginning of the training, a strong emotional stimulus at the beginning of the training, the same weak stimulus, but presented in the middle of the training, and finally, the stimulus of high emotional intensity in the middle of the training. Forty participants were randomly divided into equal groups corresponding to these four conditions. A multi-method approach was used, combining neurophysiological and self-report measures to gauge users' reactions to the different stimuli.

The relevance of this study is rooted in the current context in which industries with hazardous occupations are experiencing too many accidents and fatalities on the job. With the emergence of distance training and the growing challenges associated with it, the investigation of alternative solutions to improve its effectiveness, and hence the adoption of behaviors learned during training, has become a major issue.

The results provide a better understanding of the underlying mechanisms of online occupational health and safety training. In addition, the results can guide the development of new distance training courses, by suggesting little-explored and innovative ways of promoting learning, and thus training effectiveness. And this, thanks to the emotions induced during training. At the same time, the contributions of this thesis enrich the body of knowledge dedicated to the effects of emotions and the timing of their exposure on learning, opening new perspectives for future advances in this field of research.

Keywords: e-learning, online learning, cognitive engagement, training effectiveness, stimulus timing, emotions, Occupational Health and Safety.

Research methods: Electroencephalography, Self-reported measures.

Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	v
Table des matières.....	vii
Liste des tableaux et des figures.....	xiii
Liste des abréviations.....	xv
Avant-propos.....	xvii
Remerciements.....	xix
Introduction.....	1
Mise en contexte.....	1
Objectifs de Recherche.....	2
Contributions potentielles.....	4
Organisation du mémoire.....	4
Contribution personnelle.....	5
Chapitre 1 : Une revue de littérature descriptive sur la formation en ligne, ses caractéristiques et ses effets sur l'apprentissage.....	7
Résumé.....	7
Introduction.....	8
1. Les formations en Santé et Sécurité au Travail (SST).....	9
1.1 Enjeux et tendances.....	9
1.2 Avantages.....	10
1.3 Inconvénients et Conséquences.....	11
2. Formation en ligne.....	11
2.1 Définition.....	11

2.2 Tendances actuelles	12
2.3 Avantages du E-Learning	13
2.4 Inconvénients du E-Learning.....	14
3. Caractéristiques des formations en ligne	15
3.1 Modalités de présentation	15
3.2 Supports de transmission de contenu	19
3.3 Plateformes d'apprentissage	22
4. Caractéristiques des formations en ligne qui influencent l'apprentissage en ligne	25
4.1 Richesse des médias.....	26
4.2 Fidélité de la formation (Réalité virtuelle et Ludification)	28
4.3 Contexte de la formation.....	28
4.4 Contexte professionnel.....	29
5. Caractéristiques des apprenants qui influencent l'apprentissage en ligne	30
5.1 Motivation.....	30
5.2 Engagement.....	31
5.3 Émotions vécues	32
5.4 Croyances et attitudes	33
5.5 Personnalité.....	33
5.6 Locus de contrôle.....	35
6. Schéma récapitulatif.....	35
7. Les gaps et avenues de recherche potentielles.	36
7.1 Comment les émotions influencent l'engagement cognitif dans un contexte professionnel en SST ?.....	36
7.2 Comment l'engagement cognitif impacte l'apprentissage, lorsqu'il est sous l'influence des émotions ?	37

Chapitre 2 : Étude empirique du rôle des émotions et de l'engagement cognitif dans l'apprentissage en ligne dans un contexte de Santé et Sécurité au travail.	39
Résumé.....	39
1. Introduction.....	40
2. Revue de littérature	43
2.1 Formations de sécurité	43
2.2 Formations en ligne et e-learning en SST.....	44
2.3 Le transfert d'apprentissage	45
2.4 L'engagement cognitif.....	45
2.5 Le rôle des émotions sur l'engagement cognitif et sur l'apprentissage	47
2.6 Comment l'engagement cognitif et les émotions impactent l'apprentissage ? ..	48
3. Modèle de Recherche.....	49
4. Méthodologie	53
4.1 Design Expérimental.....	53
4.2 Participants.....	54
4.3 Description des stimuli.....	55
4.4 Procédure	55
4.5 Mesures	57
4.6 Instruments et outils de collecte.....	59
4.7 Traitement des données.....	60
4.8 Analyses	61
5. Résultats	63
5.1 Vérification de la manipulation de l'intensité émotionnelle	63
5.2 Statistiques descriptives	65
5.3 L'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement (H1).....	67

5.4 L'effet du moment du témoignage sur l'engagement (H2).	68
5.5 L'effet de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissages (H3).	70
6. Discussion	70
6.1 Sommaire des résultats	71
6.2 Contribution théorique	71
6.3 Implications managériales	72
6.4 Limites et avenues de recherche	72
6.5 Conclusion	73
Références	74
Conclusion	89
Questions de recherche	90
Principaux résultats	90
Contributions théoriques et implications pratiques	91
Limites de l'étude et pistes pour des recherches futures	91
Conclusion	92
Bibliographie	93
Annexes	i
Annexe 1 : Tableau 6a. Mesures Questionnaires	i
Tableau 6b. Mesures Questionnaires données socio-démographiques	v
Annexe 2 : Tableau 7. Guide d'entrevue semi-structuré	vi
Annexe 3 : Schéma du montage de la salle de collecte.	vi
Annexe 4 : Schéma du déroulement de la collecte.	vii
Annexe 5 : Cartes cérébrales moyennes pendant l'exposition aux stimuli émotionnels.	vii
Annexe 6 : Tableau 8. Statistiques descriptives des données EEG pendant les témoignages (stimuli IE et IB).	viii

Liste des tableaux et des figures

Tableau 1. Contribution Personnelle

Tableau 2. Instruments et mesures

Tableau 3. Statistiques Descriptives des données EEG et auto-rapportées pendant l'exposition au stimulus émotionnel.

Tableau 4. Statistiques Descriptives des données EEG pendant la formation.

Tableau 5. Statistiques Descriptives des scores aux quiz de connaissance.

Tableau 6a. Mesures Questionnaires

Tableau 6b. Mesures Questionnaires, données socio-démographiques

Tableau 7. Guide d'entrevue semi-structuré

Tableau 8. Statistiques descriptives des données EEG pendant les témoignages (stimuli IE et IB).

Figure 1. Schéma : Théorie de la richesse des médias (Za et Braccini, 2012)

Figure 2. Schéma récapitulatif de l'influence des caractéristiques des formations et des apprenants sur le transfert d'apprentissage.

Figure 3. Modèle cognitivo-affectif d'apprentissage en ligne (Mayer, 2020)

Figure 4. Modèle de Recherche

Figure 5. Schéma Design Expérimental

Figure 6. Carte de la différence de l'activité cérébrale moyenne MIL – AV pendant la FP2 (bande de fréquence Thêta)

Figure 7. Schéma du montage de la salle de collecte

Figure 8. Schéma du déroulement de la collecte

Figure 9a. Carte de l'activité cérébrale moyenne IB – IE (bande de fréquence Alpha)

Figure 9b. Carte de l'activité cérébrale IB – IE (bande de fréquence Thêta)

Liste des abréviations

AV_IB : Stimulus émotionnel avant la formation et d'intensité faible. (Condition 1)

AV_IE : Stimulus émotionnel avant la formation et d'intensité forte. (Condition 2)

MIL_IB : Stimulus émotionnel au milieu de la formation et d'intensité faible. (Condition 3)

MIL_IE : Stimulus émotionnel au milieu de la formation et d'intensité forte. (Condition 4)

EEG : Électroencéphalogramme.

FP1 : Formation Partie 1

FP2 : Formation Partie 2

Q_pre : Questionnaire présenté aux participants avant l'exposition aux stimuli.

Q_mid : Questionnaire présenté aux participants au milieu de la formation.

Q_post : Questionnaire présenté aux participants après l'exposition aux stimuli.

Quiz_pre : Premier quiz de connaissance adressé aux participants.

Quiz_post : Deuxième quiz de connaissance adressé aux participants.

Avant-propos

Ce mémoire sous forme d'articles, soit un article de type revue de littérature et un article empirique, été approuvé par la direction du programme de M.Sc. de HEC Montréal. Le consentement des coauteurs de l'article a également été obtenu avant la soumission de ce mémoire.

L'approbation du Comité d'Éthique de Recherche pour cette étude a été obtenue le 27 mars 2023.

Remerciements

Je souhaite dans un premier temps remercier mon directeur de mémoire, Sylvain Sénécal qui m'a accompagné tout au long de l'écriture de ce mémoire. Merci surtout pour la confiance accordée au long de ce processus, mais aussi pour l'aide précieuse durant l'écriture. La liberté que j'ai pu expérimenter a grandement favorisé mon travail sur ce mémoire. Merci aussi à Pierre Majorique Léger pour les idées et l'accompagnement lors du développement du thème de ce mémoire.

De plus, je voudrais remercier mes amis au sein du Tech3Lab. Merci beaucoup à Louisa, Juan, Sabrina, Élise, Tanguy, Xavier et Salima et pour les bons moments. Merci évidemment aussi à tous les Assistants de Recherche et membres de l'équipe d'opération qui ont pu m'accompagner durant la collecte de données. Merci Fred, David, Brendan, Yara, Lindsey, Karine, Nejla, Amélie, Maya, Juliette, Basma, Aya, Ikram et Remy. Je souhaite aussi adresser un remerciement particulier à Luis pour son aide généreuse tout au long de la collecte et de l'analyse des données.

Je tiens aussi à sincèrement remercier Jared Boasen pour son temps et pour sa grande attention lors du traitement des données de l'EEG. Cette tâche aurait été bien plus difficile à réaliser sans sa participation généreuse. Merci aussi Shang-Lin pour avoir su répondre à toutes mes questions quant à la longue analyse de mes données.

Introduction

Mise en contexte

En 2020, le Canada a connu 924 décès en lien avec le travail. Parmi ces décès, 611 ont été causés par des maladies reliées à l'emploi et 313 sont dus à des accidents (Tucker et Keefe, 2022). Le dernier rapport de l'Organisation Internationale du Travail (ILO) en 2017, rapporte plus 2,78 millions de décès des travailleurs des suites d'accidents au travail ou de maladies professionnelles. Les coûts de ces accidents représentent 3,4% du PIB mondial (Barati Jozan et al., 2023). La prévention des accidents pour les travailleurs est enjeu actuel crucial. Il est ainsi nécessaire aux compagnies d'améliorer la santé et la sécurité de leurs employés au travail (SST). Ces statistiques alarmantes montrent l'urgence et la nécessité de se pencher sur ce problème. Chercher des solutions afin de réduire les occurrences d'accident au travail est désormais impératif.

Afin de répondre aux drames provoqués par l'exercice des métiers dangereux, plusieurs entreprises ont aujourd'hui décidé de développer des formations de sécurité. Le but derrière ces formations, est de transmettre des connaissances et des comportements de sécurité aux acteurs des métiers dangereux, pour prévenir les risques d'accident au travail. Bien que les formations de sécurité jouent un rôle crucial dans la gestion de la sécurité au sein des entreprises, celles-ci rencontrent pourtant des obstacles à leur efficacité sur l'apprentissage des employés. Ces obstacles sont en autres ; la réticence au changement ou encore le manque d'engagement des apprenants en raison de la nature souvent imposée et bureaucratique des formations (Casey et al., 2021; Krauss et al., 2014; Smith, 2018).

Parallèlement, l'e-learning et les formations en ligne gagnent en popularité dans le milieu professionnel, offrant flexibilité et accessibilité tout en éliminant les barrières géographiques. Cette modalité pédagogique est devenue prépondérante, particulièrement dans le domaine de la santé et sécurité au travail, avec une prévision de croissance significative du marché (Moubayed et al., 2018; Rahayu et al., 2022; Yadav, 2023). Les

formations en ligne sont bien accueillies par les apprenants et considérées parmi les interventions de prévention les plus efficaces contre les accidents de travail (Barati Jozan, 2023; Zalat et al., 2021). Cependant, l'efficacité de ces formations à distance est toujours à l'étude. Elle peut particulièrement être influencée par la capacité de la formation à engager cognitivement les apprenants, or l'engagement cognitif est essentiel au processus d'apprentissage. Au vu des statistiques évoquées plus tôt, dans le contexte de la SST, les conséquences d'une mauvaise formation peuvent être dramatiques. Il faut alors trouver la ou les meilleures méthodes pour proposer une formation en ligne engageante et efficace.

Un apprentissage efficace est également sous l'influence des émotions. Leur rôle dans l'apprentissage, est en partie dû à leur influence sur l'engagement cognitif et comportemental, qui eux-mêmes sont nécessaires à une bonne intégration des informations transmises lors de formations. Bien que leur effet direct dans le cadre du e-learning reste moins documenté, des études soulignent l'impact bénéfique des émotions positives sur la performance d'apprentissage (Dubovi et Tabak, 2021; Pentaraki et Burkholder, 2017; Lackmann et al., 2021). La littérature suggère donc un lien fort entre l'engagement cognitif, l'émotion et l'apprentissage, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de mieux comprendre et d'exploiter ce lien dans la conception des formations en ligne, notamment pour les employés dans des métiers à risque.

Finalement, au vu des tendances en SST et du paysage scientifique actuel au sujet des formations en ligne, la problématique qui émerge de cette situation demeure dans la capacité qu'auront les concepteurs des formations en ligne, à permettre un apprentissage efficace pour les employés des métiers dangereux. En plus, il est pertinent d'étudier l'influence qu'ont les émotions et l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage, dans ce contexte de SST.

Objectifs de Recherche

Dans le but de répondre à cette problématique, il va être nécessaire de s'engager à réduire les accidents au travail, et ce, en utilisant comme outil une composante émotionnelle au sein même des formations en ligne. Étudier son impact sur l'engagement cognitif des apprenants face aux formations, mais aussi

sur l'efficacité de l'apprentissage. Pour cela, il est possible d'établir plusieurs objectifs de recherches tels que : trouver les meilleures méthodes d'apprentissage en ligne permettant un apprentissage en santé et sécurité au travail ou encore, découvrir comment les émotions peuvent augmenter l'engagement cognitif dans un contexte d'apprentissage professionnel. Les émotions induites par des stimuli durant des cours en lignes peuvent varier selon de nombreuses caractéristiques telles que leur intensité émotionnelle ou le moment de leur présentation. Découvrir les impacts de ces caractéristiques sur l'apprentissage permettra certainement de développer et concevoir des formations plus efficaces. Pour atteindre ces objectifs, il va être intéressant de poser comme questions de recherche :

Q1. Dans quelles mesures les émotions impactent l'engagement cognitif, dans un contexte d'apprentissage en ligne ?

Q2. Dans quelles mesures l'engagement cognitif peut-il favoriser l'apprentissage chez les employés des métiers dangereux ?

Afin de répondre à ces questions, nous avons réalisé une étude inter-participants avec un design expérimental 2x2 afin d'examiner l'effet de l'intensité émotionnelle et du moment de présentation du stimulus émotionnel sur l'engagement, puis de l'engagement cognitif sur l'apprentissage des pratiques de sécurité au travail dans l'industrie du transport. Cette industrie particulière comporte de nombreux métiers à risque et est donc au cœur des discussions de SST. Les participants devaient suivre une formation en ligne divisée en deux parties égales en temps. Quatre conditions expérimentales ont été établies, manipulant le moment de présentation (avant ou au milieu de la formation) et l'intensité émotionnelle (basse ou élevée) du stimulus. Les stimuli émotionnels consistaient en des vidéos de témoignages liées à des accidents de travail, présentées soit avant, soit au milieu d'une formation traitant de la prévention des incendies. Les 40 participants, recrutés à partir d'un panel institutionnel et d'une compagnie de transport, étaient équipés d'outils de mesure neurophysiologiques (EEG) et répondaient à des questionnaires avant, pendant, et après l'expérience.

Contributions potentielles

Ce mémoire pourrait avoir une portée importante selon deux points de vue. Le premier pourrait évidemment être purement pratique. Les résultats et les conclusions pourraient en effet, avoir des répercussions directes sur la conception des formations en ligne par les instructeurs des industries ayant la SST pour enjeu. L'étude du rôle de l'engagement cognitif et des émotions sur le transfert d'apprentissage dans un contexte aussi spécifique, fera très probablement émerger des recommandations concrètes et scientifiquement fondées à propos de l'emploi de ces construits psychologiques lors de la fabrication des formations. Si l'apprentissage se voit amélioré par l'application des recommandations issues de ce mémoire, alors les statistiques des accidents et des décès au travail pourraient être diminuées. La portée pratique de ce mémoire pourrait en somme, être de sauver des vies en réduisant les accidents de travail, évitables grâce à une formation plus efficace.

Deuxièmement, du point de vue plus théorique et méthodologique, ce mémoire tend à contribuer à la recherche scientifique et académique en élargissant les connaissances dans le domaine de l'apprentissage en ligne. Cela est particulièrement vrai parce que ce mémoire étudie des éléments spécifiques des émotions, soient l'intensité et le moment de l'induction d'une émotion au cours d'apprentissages. En plus, ce mémoire étudie le rôle des émotions sur l'engagement cognitif et leur interaction sur le transfert d'apprentissage. La conception d'une telle expérimentation est assez inédite dans le monde scientifique. Ce mémoire apportera donc une contribution non négligeable au corpus de connaissance sur ce domaine.

Organisation du mémoire

Ce mémoire est organisé en deux chapitres. Le premier objectif du **Chapitre 1** est de définir les formations à distance dans un contexte de SST, dans un contexte professionnel plus général, mais aussi dans le cadre académique. Ensuite, le second objectif de ce chapitre est de décrire au mieux, l'état actuel de la littérature scientifique quant à la formation en ligne. Pour ce faire, nous avons réalisé une revue de littérature sur l'apprentissage dans ce contexte précis. Cette revue de littérature définit donc dans un premier temps le e-learning en SST, puis rapporte les tendances actuelles de cette méthode

d'apprentissage. Dans un deuxième temps, ce chapitre décrit les caractéristiques des formations en ligne qui varient selon leur conception. Enfin, ce chapitre rapporte les caractéristiques des formations, et celles des apprenants qui influencent l'efficacité de l'apprentissage.

Le **Chapitre 2** de ce mémoire est un article scientifique empirique. Se servant de la revue de littérature du précédent chapitre, l'article scientifique explore le rôle des émotions et de l'engagement cognitif sur l'apprentissage en ligne dans le contexte de la SST. Pour ce faire, il rapporte une expérimentation en laboratoire réalisée dans le but de répondre aux objectifs de recherche, et ainsi à apporter une contribution pratique et théorique à l'exercice du e-learning en SST.

Contribution personnelle

Ce mémoire a été rédigé en collaboration avec le Tech3Lab de HEC Montréal (Canada). Le tableau 1. ci-dessous donne un aperçu des contributions de l'étudiant à toutes les phases de ce mémoire, ainsi que des contributions des autres parties prenantes. Le pourcentage d'implication et de contribution de l'étudiant est détaillé pour chaque étape du processus.

Tableau 1. Contribution personnelle

Étapes	Contribution
Question de Recherche	Identifier les gaps dans la littérature pour définir des questions de recherche. [75%] – Développement des questions de recherche par l'étudiant et les co-auteurs.
Revue de littérature	Recherche pertinente et analyse approfondie d'articles scientifiques pour comprendre l'ensemble des connaissances universitaires actuelles sur les formations à distance. [100%]
Design Expérimental	Demande d'approbation par le Comité d'Éthique de Recherche (CER) de HEC Montréal. [90%] – Préparation du formulaire d'approbation par l'étudiant. [95%] – Formulaire examiné par les co-directeurs du mémoire et l'équipe

Étapes	Contribution
	<p>d'opération du Tech3Lab.</p> <p>Développement du design expérimental, du protocole et des stimuli pour l'article scientifique. [90%]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conception de la procédure d'expérimentation, des questionnaires et des instruments par l'étudiant. [90%] - Choix des stimuli pour la collecte de données des articles de recherche par l'étudiant. [90%] - Rédaction du protocole réalisée par l'étudiant avec l'aide du personnel du Tech3Lab. [90%]
<p>Collecte de données</p>	<p>Recrutement des participants pour la collecte de données. [50%]</p> <ul style="list-style-type: none"> - La première moitié des participants a été recrutée par le partenaire industriel. - La seconde moitié des participants a été recrutée par l'étudiant. <p>Mise en place de la salle de collecte au laboratoire. [95%]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installation des dispositifs et des instruments de collecte de données par l'étudiant. - Assemblage des instruments de collecte de données avec l'aide du personnel de Tech3Lab. <p>Gestion des prétests et de la collecte de données. [90%]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Préparation des prétests par l'étudiant. - Modération et observation de tous les tests utilisateurs par l'étudiant, accompagné des assistants de recherche du Tech3Lab et des modérateurs du Tech3Lab. - Support technique et organisation du personnel de collecte de données par l'équipe des opérations du Tech3Lab.
<p>Analyses statistiques</p>	<p>Réaliser les analyses statistiques pour l'article scientifique. [70%]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extraction et traitement des données pour synchroniser les instruments de mesure par l'étudiant. - Réaliser les analyses statistiques par le Tech3Lab et par l'étudiant. - Interprétation et présentation des résultats par l'étudiant avec l'aide de l'équipe du Tech3Lab.
<p>Rédaction</p>	<p>Écriture du mémoire et de l'article scientifique [100%]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les commentaires pour affiner l'écriture ont été faits par les co-auteurs.

Chapitre 1 : Une revue de littérature descriptive sur la formation en ligne, ses caractéristiques et ses effets sur l'apprentissage.

Résumé

La formation à distance connaît depuis les dernières décennies une évolution rapide, et représente une méthode d'apprentissage nouvelle. Cet article de revue de littérature offre une description de l'état des connaissances actuelles, en mettant l'accent sur la formation en ligne dans le domaine de la Santé et Sécurité au Travail (SST). Les initiatives d'apprentissage en ligne se révèlent cruciales pour renforcer les pratiques de sécurité afin de prévenir les accidents du travail, constituant ainsi une force de transformation pour les systèmes d'éducation en entreprise et académique.

Cette revue analyse en détail la nature multifacette de l'apprentissage en ligne, en examinant son état actuel, ses avantages et ses défis, tout en soulignant les implications en matière de SST. Elle aborde l'utilisation croissante de l'e-learning comme mesure préventive contre les accidents professionnels, son efficacité en termes de coûts, et son acceptation étendue parmi les apprenants, fournissant une compréhension nuancée des variables influençant l'efficacité de l'e-learning.

De plus, l'étude explore l'interaction entre les caractéristiques des modalités de formation en ligne — synchrones, asynchrones et hybrides — et les traits des apprenants tels que la motivation, l'engagement et la personnalité. Elle décrit aussi la manière dont ces facteurs influencent les résultats d'apprentissage, en s'appuyant sur des recherches scientifiques récentes afin de comprendre les dynamiques actuelles et d'anticiper les développements futurs.

La littérature suggère une corrélation positive entre l'engagement envers la formation et le transfert des connaissances, soulignant le rôle de l'engagement émotionnel et cognitif. Cependant, elle identifie des lacunes dans la compréhension de la manière dont les

émotions influencent l'engagement cognitif dans les contextes professionnels de la SST et l'impact de l'engagement cognitif sur l'apprentissage sous l'influence émotionnelle. Ces aperçus ouvrent la voie à des recherches futures, susceptibles d'améliorer l'efficacité de la formation en ligne.

Introduction

La formation en ligne, également connue sous le terme de e-learning, est un domaine en plein essor depuis les dernières décennies. Catalysé par les progrès technologiques et accentué par les circonstances mondiales telles que la pandémie de COVID-19, ce moyen d'apprentissage a ouvert de nouvelles perspectives tant dans le milieu professionnel que dans l'enseignement académique, transformant ainsi les modalités traditionnelles d'enseignement et de formation.

Les formations en ligne sont dans le même temps un enjeu en santé et sécurité au travail (SST). Les métiers qui comportent des risques pour la sécurité ou pour la santé des employés demandent une éducation des bons comportements afin de prévenir les accidents. La formation en ligne est un moyen de transmettre ces apprentissages. Elle représente une opportunité de renforcer les compétences et connaissances, tout en s'adaptant à la diversité des situations géographiques et professionnelles des employés.

L'objectif de cette revue de littérature de type descriptive est donc de fournir un aperçu détaillé et structuré des différentes facettes de la formation en ligne, en mettant un accent particulier sur la Santé et Sécurité au Travail (SST). La revue de littérature est structurée de manière à couvrir plusieurs axes. Premièrement elle vise à définir l'état actuel du e-learning, ces avantages et inconvénients, mais aussi les tendances et les enjeux liés à la SST. Dans un second temps, elle vise à rapporter les différentes caractéristiques des formations en ligne. Elles sont des modes de présentation, ou encore des types de contenus qui composent les formations. Nous examinerons également les caractéristiques des formations, en plus de celles des apprenants, telles que la motivation, l'engagement, ou même la personnalité, qui peuvent influencer l'efficacité de l'apprentissage.

Cette revue de littérature est finalement, une synthèse des recherches et études scientifiques récentes, visant à comprendre les dynamiques actuelles et à envisager les perspectives de la formation en ligne, avec un intérêt marqué pour son application dans le domaine de la SST.

1. Les formations en Santé et Sécurité au Travail (SST)

Pour explorer le domaine de la formation en Sécurité et Santé au Travail (SST), il est essentiel d'initier notre discussion en mettant en lumière les diverses questions et tendances propres à ce secteur. Nous discuterons aussi des avantages que ces formations peuvent offrir aux employés et aux entreprises, mais nous prendrons également conscience des éventuels inconvénients ou défis qui pourraient émerger.

1.1 Enjeux et tendances

Le dernier rapport de l'Organisation Internationale du Travail (ILO) en 2017, rapporte plus 2,78 millions de décès des travailleurs des suites d'accidents au travail ou de maladies professionnelles. Les coûts de ces accidents représentent 3,4% du PIB mondial (Barati Jozan et al., 2023). La prévention des accidents pour les travailleurs est enjeu actuel important. Il est ainsi nécessaire aux compagnies d'améliorer la Santé et la Sécurité de leurs employés au travail. Les formations et la transmission de connaissances à propos des bonnes pratiques de sécurité semblent donc être une opportunité de réduire les accidents au travail.

Particulièrement, le *e-learning* est largement utilisé dans les formations de santé et sécurité au travail. Le marché des formations en SST connaîtra une croissance de 12% de taux de croissance annuel composé (TCAC) en 2030 (Yadav, 2023). En 2019, au sein des grandes entreprises de plus de 10 000 employés par exemple, la part des formations en ligne ; soient sur ordinateur, dans des classes virtuelles ou sur des appareils mobiles, est de 51%, contre 36 % des formations qui offertes par un instructeur en classe (The Industry Report, 2019). L'utilisation croissante de cette nouvelle modalité d'apprentissage peut s'expliquer par les avantages que les formations à distance présentent.

1.2 Avantages

L'intérêt croissant pour les formations à distance peut aussi se constater lorsque l'on regarde les publications académiques sur le domaine. Depuis 2013, le nombre d'articles à propos des formations en ligne en SST grandit chaque année. (Barati Jozan et al., 2023). La recherche scientifique du *e-learning* permet de découvrir les meilleures modalités d'enseignement, tout en servant avantageusement la réduction des accidents dans le cadre professionnel.

Les formations à distance présentent, en effet, un avantage par leur efficacité sur les employés de compagnies de santé et sécurité au travail. L'étude de Barati Jozan (2023), rapporte que la formation en ligne est l'une des interventions de prévention les plus efficaces contre les accidents au travail. D'ailleurs, cette méthode est particulièrement efficace lorsqu'elle est employée pour modifier les attitudes des apprenants ou pour des transmissions de savoir (Ricci et al., 2016).

Les formations à distance en SST offrent, dans un second temps, une opportunité de réduction des coûts aux entreprises. Cette méthode ne nécessite ni de salle de classe ni de professeur et peut être offerte à un grand nombre d'employés à la fois. Pour illustrer cette réduction des coûts, un rapport de Lellis (2021) explique que passer des formations en présentiel aux formations en ligne permet de réduire de 70% les coûts de formation (Lellis, 2021).

Ensuite, les formations en ligne sont généralement bien perçues et sont acceptées par les apprenants. En effet, une étude de Zalat et al. (2021), a étudié l'adoption du *e-learning* par le personnel médical universitaire. Le taux d'accord des participants sur l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue et l'acceptation de l'*e-learning* était respectivement de 77,1 %, 76,5 % et 80,9 %. En plus, une autre étude raconte que des exercices pour prévenir les douleurs au cou et au dos offerts sur un appareil mobile notamment, se voit largement acceptée par les travailleurs (Anan et al., 2021).

Finalement, tout comme dans le cadre académique ou professionnel plus large, le *e-learning* offre une grande flexibilité, ce qui permet aux apprenants de progresser à leur

propre rythme (Martins et al., 2018). Cette méthode d'apprentissage efface les frontières géographiques, rendant l'éducation et la formation accessibles à un public plus vaste (Noe et al., 2014). Elle favorise également une approche d'apprentissage centrée sur l'apprenant, encourageant l'autonomie et la motivation, des éléments clés pour un apprentissage réussi (Grogan, 2015). De plus, le *e-learning* offre une expérience d'apprentissage riche et variée grâce à l'utilisation de divers médias et outils interactifs (Noe et al., 2014).

1.3 Inconvénients et Conséquences

Selon Casey et al., 2021, les formations en sécurité présentent plusieurs défis qui ne s'appliquent pas à d'autres types de formations professionnelles. Premièrement, les comportements et pratiques de sécurité ont tendance à être hautement routiniers et réglementés. Ces bonnes conduites sécuritaires sont donc résistantes au changement. Dans un second temps, les programmes de formation à la sécurité sont généralement imposés par les supérieurs ou des clients, ce qui signifie que la détermination des employés et des organisations à suivre les formations peut être atténuée.

Lorsque les formations de sécurité sont mal conçues et exécutées, les conséquences peuvent aller au-delà de la perte d'investissement financier. Des vies peuvent être perdues, des erreurs commises et la productivité réduites lorsque le contenu des formations n'est pas bien intégré et appliqué sur le lieu de travail (Burke et al., 2006).

2. Formation en ligne

À présent, afin de décrire en détail le thème des formations en ligne, nous explorerons dans un premier temps une définition de cette méthode d'apprentissage. Ensuite, nous rapporterons les tendances actuelles dans le monde professionnel et académique, et évoquerons les avantages et inconvénients auxquels sont attachées les formations en ligne dans ces deux contextes d'application.

2.1 Définition

Les formations en ligne ou *e-learning* représentent une nouvelle manière de transmettre des connaissances. Elles peuvent être définies par l'utilisation d'appareils

électroniques et de la technologie pour l'apprentissage de nouvelles informations ou de compétences (Moubayed et al., 2018). La diffusion d'informations à travers le monde grâce aux technologies numériques rend l'apprentissage à distance et les formations en ligne de plus en plus populaires. En effet, le marché mondial du *e-learning* est estimé à 325 milliards de dollars pour 2025, ce qui représenterait une augmentation de 300% depuis 2015 (Rahayu et al., 2022).

2.2 Tendances actuelles

Milieu professionnel

Un rapport industriel réalisé par The Industry Report (2019) auprès de grandes, moyennes et petites entreprises à propos des formations dans le milieu professionnel révèle que 80% des organisations effectuent au moins une partie de leurs formations obligatoires à distance. Elles utilisent majoritairement des systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS), mais aussi des classes virtuelles et des vidéos. La part des 240 entreprises sondées réalisant leurs formations uniquement en ligne est de 29% en 2019 contre 28% en 2018. Finalement, les projections de ces organisations indiquent que pour l'année 2020, 44% de ces entreprises prévoyaient acheter des outils et systèmes d'apprentissage en ligne. Cela représente la plus grande proportion de tous les autres types de produits disponibles (Freifeld, 2019).

La formation en ligne dans le milieu professionnel est donc un enjeu d'actualité et semble être en voie de se développer à l'avenir. En effet, le *e-learning* devient une méthode dominante pour transmettre aux employés les compétences et savoirs nécessaires aux entreprises (Martins, Zerbini et Medina Díaz, 2019)(Martins, Zerbini et Medina Díaz, 2019).

Milieu académique

Les formations à distance sont aussi largement utilisées dans le contexte académique. Entre 2011 et 2021, le nombre d'étudiants universitaires ayant eu recours à des cours en ligne (MOOCs) est passé de 300 000 à 220 millions. Cela s'exprime aussi par une hausse de 36% entre 2012 et 2019 et de 92% en plus au cours de l'année 2020.

Cette très forte croissance peut notamment s'expliquer par la crise sanitaire du COVID-19 (Nadine Diaz-Infante et al., 2020).

De nombreuses plateformes d'apprentissages en ligne ont émergé ces dernières années. Des sites comme edX ou Udemy proposent des « Massive Open Online Courses », communément appelés des MOOCs. Cet outil est considéré comme révolutionnant l'apprentissage et précisément l'apprentissage en ligne. Il permet un enseignement interactif, collaboratif et à distance (Noe et al., 2014).

2.3 Avantages du E-Learning

Milieu professionnel

L'utilisation des technologies numériques présente de nombreux avantages pour les entreprises. Tout d'abord, un avantage géographique. Il convient qu'il est nettement plus facile aux entreprises de fournir des formations à distance à leurs employés qui seraient dispersés géographiquement (Noe et al., 2014). L'utilisation du numérique facilite les formations ; surtout pour les grandes entreprises qui comptent des employés partout dans le monde. Cet avantage est aussi renforcé par la présence physique d'instructeurs ou professeurs qui n'est plus nécessaire.

Un second avantage est financier. Bien que le *e-learning* représente un coût important en raison du développement des formations et des produits et outils numériques nécessaires aux formations en ligne, les coûts globaux se voient réduits comparativement à l'apprentissage traditionnel en présentiel qui requiert des instructeurs, du temps et qui s'organisent à plus petite échelle (Noe et al., 2014). Un exemple parlant des avantages financiers peut être celui de IBM. Cette grande entreprise est une des figures les plus importantes en termes d'*e-learning*. Elle comptait en 2002 le plus grand nombre d'employés inscrits à des formations en ligne. En conséquence du choix des formations en ligne, IBM a économisé 166 millions de dollars des coûts de formation après seulement un an après la mise en œuvre des formations à distance et 350 millions deux ans après. Le coût de formation, auparavant de 400\$ par employé, a pu être réduit à 135\$ lorsqu'elles étaient adressées en ligne (Francis, 2010).

Enfin, l'utilisation du *e-learning* offre aussi des avantages aux employés. Des avantages sur leur perception des formations ou encore leur motivation. Il est désormais rendu possible aux apprenants de suivre les formations de façon plus flexible et indépendante, cela leur permet de se familiariser avec les notions et apprentissages à leur rythme idéal. La participation se voit aussi améliorée (Grogan, 2015). De plus, les formations en ligne améliorent l'autorégulation des apprenants et leur offrent une nouvelle fois de suivre les formations à leur rythme. Rendant ainsi la distribution du temps d'apprentissage et du temps de travail adaptée à chacun (Martins et al., 2018). Cela est d'ailleurs une opportunité d'accroître les performances au travail.

Milieu académique

Les formations en ligne cependant ont de nombreux avantages. Premièrement, dans le contexte académique, comme dans le cadre professionnel évoqué plus tôt, le *e-learning* offre aux étudiants l'opportunité d'avancer à un rythme personnalisé. Les apprenants peuvent attribuer leur temps à l'apprentissage selon leur familiarisation avec les divers contenus éducatifs qui leur sont adressés (Martins et al., 2018). Une étude de Al Rawashdeh et al. (2021), se concentre sur la perspective des étudiants universitaires. Cette dernière révèle de nombreux avantages tels que la flexibilité d'étudier, des approches d'apprentissages diversifiées, un accès égal à l'éducation ou encore une meilleure éducation.

2.4 Inconvénients du E-Learning

Milieu professionnel

Les formations à distance peuvent néanmoins laisser paraître quelques limites dans le cadre professionnel. D'abord sur la rétention des connaissances. Il existe un réel risque d'oublier les apprentissages acquis lors des formations en ligne, notamment à cause du manque d'expérience sur les lieux du travail qui permettent d'en consolider certains. Aussi, les formations à distance peuvent être source de stress pour les apprenants novices en la matière. En effet, les normes sont bouleversées par l'absence d'instructeur ou la division des différents modules d'apprentissage. Enfin, il peut exister un relâchement du

contrôle, car, cette méthode d'apprentissage demande un changement motivationnel auprès des apprenants (Hase, 2009).

Milieu académique

L'apprentissage à distance peut aussi montrer des lacunes par rapport à d'autres modes d'enseignement. Le taux de réussite des étudiants en manque de motivation se voit réduit. Aussi, certains étudiants rapportent un manque d'interaction avec une communauté étudiante ou avec les professeurs. Une conséquence de cette lacune peut être une baisse de l'efficacité des apprentissages. Finalement, le *e-learning* nécessite évidemment de savoir utiliser les technologies numériques et les différents supports des formations en ligne (Rawashdeh et al., 2021).

3. Caractéristiques des formations en ligne

Nous allons à présent explorer les diverses caractéristiques des formations en ligne, telles que les modalités de présentation et les supports de transmission du contenu, et comment celles-ci façonnent l'accès et l'interaction avec les connaissances. Cette section se penchera notamment sur les distinctions entre les formations synchrones, asynchrones et hybrides, ainsi que sur l'évolution de la personnalisation des apprentissages grâce à l'intelligence artificielle ou la réalité virtuelle, mettant en lumière l'impact de ces variables sur l'engagement et la réussite des apprenants. Nous traiterons aussi des plateformes d'apprentissage comme les MOOC, les classes virtuelles et les LMS.

3.1 Modalités de présentation

Accès au contenu

Les formations à distance peuvent être adressées aux apprenants de nombreuses manières, et offrent un large éventail d'opportunités de transmettre des connaissances. Le *e-learning* se voit ainsi pourvu de plusieurs caractéristiques ; notamment dans un premier temps, l'accès au contenu des formations. Dans le milieu académique, comme professionnel, les formations se présentent fréquemment de manière synchrone. Ce mode de présentation propose des cours aux apprenants dans le même cadre temporel que

l'instructeur. En d'autres mots, il s'agit généralement de formations en ligne en face-à-face. Cependant les formations en modalité synchrone, décrivent aussi les classes virtuelles ou vidéoconférences. Dans la mesure où l'interaction entre l'instructeur et l'apprenant s'inscrit en temps réel, cela permet aux étudiants de participer pendant les cours et de discuter avec le professeur ou d'autres étudiants (Zhang et al., 2023).

Une seconde voie d'accès aux contenus est à l'inverse, l'apprentissage via des formations asynchrones. Cette dernière se présente souvent sous la forme de MOOC, capsules vidéo ou audio, et où l'apprenant peut suivre les formations hors ligne. Les formations asynchrones ne nécessitant pas par définition de connexion simultanée de la part du corps enseignant et des étudiants, cette méthode de *e-learning* offre une grande flexibilité temporelle aux apprenants (Amiti, 2020).

Si par nature ces deux modalités d'apprentissages diffèrent, il peut être pertinent de se pencher sur leur efficacité relative, à la satisfaction et sur l'adoption de leurs utilisateurs. Comme les formations synchrones rendent possibles des discussions en temps réel entre les enseignants et les apprenants, ce facteur représente une opportunité pour les étudiants d'exprimer une plus grande satisfaction et de meilleures performances d'apprentissage (Zhang et al., 2023). Cependant, un avantage des formations asynchrones sur les formations en temps réel est la flexibilité. Ce facteur, évoqué plus tôt, peut aussi être source de satisfaction et d'adoption des utilisateurs. En effet, 80% des étudiants considèrent cette méthode d'apprentissage comme supérieure, car elle permet de progresser au travers des différentes notions d'apprentissage à un rythme personnalisé (Allen et Seaman, 2011). Cela peut aussi avoir un impact positif sur la performance, le taux de rétention et donc d'efficacité d'apprentissage (Giesbers et al., 2014). Finalement, une étude de Zhang (2023) rapporte que la présence sociale dans un contexte synchrone en ligne d'un instructeur, impacte positivement et de manière significative, l'auto-évaluation et la performance en classe d'étudiants.

Finalement, un troisième type d'accès au contenu est le mode dit, hybride. Celui-ci mêle *e-learning* synchrone et asynchrone (Amiti, 2020). Il est disponible pour les formations de plus longue durée et permet de construire les formations à distance dans les deux

modalités temporelles (synchrones et asynchrones) selon les choix des instructeurs. Ceci dans le but d'améliorer l'expérience des apprenants, leur satisfaction et leur adoption (Ahmed, 2010).

Interactions entre les parties prenantes

Par rapport aux méthodes traditionnelles d'apprentissage, une notion qui change drastiquement dans le contexte des formations en ligne est l'interaction entre les étudiants et les professeurs. Cette interaction a été évoquée plus tôt comme facteur de satisfaction lorsqu'il s'agit de *e-learning* synchrone. Néanmoins les interactions entre les instructeurs et les apprenants n'impactent pas uniquement la dimension de la satisfaction lorsque l'on se penche sur les formations à distance. En effet, les instructeurs se voient attribuer un rôle de créateur de cours, de facilitateur et de motivateur tout à fait nécessaire dans le *e-learning* afin de maintenir l'engagement des étudiants, d'autant plus dans un contexte asynchrone (Gunsekera et al., 2019). Alors, il existe différentes approches tant pédagogique, sociale, technique et managériale nécessaires à l'interaction apprenant-professeur dans l'apprentissage à distance (Alharbi et al., 2018). En effet, les apprentissages sont influencés par les choix des instructeurs en matière de support visuel aux contenus de cours, mais aussi par les enregistrements vidéo, les présentations magistrales, les différents outils virtuels ou même les logiciels offerts.

Lorsque les formations en ligne sont offertes à plusieurs apprenants, cela crée un nouvel environnement, virtuel. Dans ce dernier, on peut voir une opportunité de mettre en relation les étudiants et d'instaurer des interactions entre les apprenants. Ces relations interpersonnelles sont aussi facteur de satisfaction ou d'insatisfaction lors des apprentissages à distance. Les apprenants ont aussi tendance à mieux performer et atteindre les objectifs d'apprentissages lorsqu'ils s'engagent dans des interactions avec leurs pairs dans un contexte de *e-learning* (Gunsekera et al., 2019). De plus, les interactions entre étudiants permettent notamment de partager leur expérience, favorisant une forme d'assurance émotionnelle dans les tâches d'apprentissage (You, 2015).

Formations en ligne et IA

Dans le domaine du *e-learning*, une avancée notable est l'émergence des systèmes d'apprentissage en ligne personnalisés. Contrairement aux méthodes classiques d'apprentissage en ligne, la personnalisation permet d'offrir des contenus d'apprentissage et des évaluations sur mesure pour chaque apprenant. Cette personnalisation est rendue possible par l'intelligence artificielle (IA) (Murtaza et al., 2022).

Il existe plusieurs IA telles que *IBM Watson*, *Google Cloud AI*, *GPT-3 models* et *Knewton Adaptive Learning*, ayant été intégrées dans des systèmes d'apprentissage utilisant des API (Firat, 2023). L'intelligence artificielle, lorsqu'elle est intégrée dans les systèmes d'apprentissage en ligne, utilise les données des utilisateurs et analyse leurs comportements pour offrir une personnalisation efficace. Murtaza et al. (2022) rapportent six exigences fondamentales aux systèmes d'apprentissage personnalisés : l'adaptativité, l'adaptabilité, une évaluation continue, la collecte et la récupération continue des données, des recommandations utilisant l'adaptativité et l'adaptabilité et finalement l'évaluation des recommandations par le suivi des connaissances. L'adaptativité fait référence à la capacité du système à transmettre des connaissances adaptées à chaque apprenant (Rahayu et al., 2022). L'adaptabilité correspond à la modalité de présentation du contenu d'apprentissage ; cela peut être des jeux, des vidéos ou tout autre environnement numérique adapté à l'apprentissage. L'évaluation continue permet d'évaluer par les apprenants les deux points précédents. La collecte continue des données est relative aux interactions des utilisateurs avec le système d'apprentissage, elle inclut les progrès et les comportements d'apprentissage. Les recommandations sont basées sur les données collectées et sont intrinsèques à la personnalisation de l'apprentissage ; elles doivent être continuellement mises à jour pour améliorer l'expérience de l'apprenant (Ingkavara et al., 2022). Enfin, l'évaluation des recommandations est nécessaire pour s'assurer que le système de personnalisation est efficace (Abdelrahman et al., 2022).

La personnalisation par l'IA s'étend de la personnalisation du contenu d'apprentissage, jusqu'à la personnalisation des évaluations des acquis. Elle s'exprime ainsi à travers un agent conversationnel, peut proposer un feedback des avancées de l'apprenant, identifier

les difficultés spécifiques exprimées par les utilisateurs ou encore offrir un contenu dynamique.

3.2 Supports de transmission de contenu

Il existe un grand nombre de possibilités afin de présenter et transmettre des connaissances à travers les formations à distance. Les médias d'apprentissage les plus fréquents se composent de contenus visuels tels que les vidéos. Les différents supports d'apprentissages portent aussi du contenu textuel, comme des pages web, des livres électroniques ou même des articles scientifiques. Le contenu peut également être interactif. On y retrouve alors des jeux, des éléments de ludification, des simulateurs ou bien des quiz. Finalement, d'autres supports moins fréquents comme la réalité virtuelle ou les tâches hors lignes sont employés dans le cadre du *e-learning*.

Support vidéo

La vidéo est un élément essentiel de la grande majorité des formations en ligne. Il existe d'ailleurs de nombreux styles de production de vidéo. L'article de Hansch et al., 2015 rapporte 18 types de vidéo. Il existe les vidéos de style « Talking Head » ; ce moyen de transmettre des apprentissages est très courant et est généralement enregistré en studio. L'instructeur s'adresse directement à l'apprenant, ce qui crée une connexion directe. Un deuxième style fréquent est l'affichage de « diapositives avec une voix off » pour la narration. Les autres styles sont nommés « image dans l'image », où on voit simultanément des diapositives et un enregistrement de l'instructeur, les productions vidéo « texte superposé », « tablette style Khan », « tablette style Udacity », « Tableau blanc réel », « capture d'écran » souvent utilisée pour les tutoriels, « animation » pour visualisé des contenus abstraits, « cours en salle de classe » où l'on a filmé un cours, « séminaire enregistré », « interview », « conversation », « vidéo en direct », « capture webcam », « démonstration », « sur place » est un enregistrement en extérieur, et finalement « fond vert ».

Le choix du style vidéo est crucial, car il dépend des objectifs pédagogiques et des apprentissages souhaités (Anna Hansch et al., 2015). D'ailleurs, tous les styles de vidéos

ne se prêtent pas forcément à tous les genres de concepts et notions à transmettre. De plus, la production vidéo étant un pratique couteuse, il est nécessaire de trouver un bon équilibre entre l'efficacité de l'apprentissage et la rentabilité de la conception vidéo (Lackmann et al., 2021).

Support textuel

Lorsque l'on conçoit les formations en ligne, il est fréquent de retrouver une approche multimédia. Ainsi, on retrouve généralement entre des capsules vidéo et des présentations interactives, des textes portant les informations nécessaires à l'apprentissage. Les textes sont écrits par les instructeurs ou les parties prenantes lors de la conception du cours de *e-learning*, mais pas uniquement. On peut retrouver des citations, des paragraphes voire des articles scientifiques issus de la littérature académique ou de rapports industriels. L'information portée par un texte peut aussi être tirée d'ouvrages.

Contenu ludique et jeux sérieux.

Généralement, dès lors que l'enseignement à l'école ou dans le milieu professionnel se sert des jeux comme média d'apprentissage, on parle de jeux sérieux. Afin de ne pas seulement augmenter la satisfaction des apprenants, mais aussi améliorer l'efficacité de ces formations, Ning et al., 2021 racontent que les jeux sérieux doivent être développés en conservant un équilibre entre les objectifs d'apprentissage et le divertissement induit par ce même jeu. Les jeux reposent alors sur la conception d'un scénario et d'un environnement virtuel (Lau et al., 2014).

En termes d'enseignement, les jeux peuvent optimiser l'apprentissage à travers des simulations de la réalité. La simulation est clé dans le jeu sérieux, elle permet une nette immersion et une meilleure concentration de la part des élèves (Ning et al., 2021). Pour une bonne simulation, la conception des jeux demande souvent des modélisations 3D. D'ailleurs, le genre de jeu appelé « jeu de rôle » est tout à fait adapté aux jeux sérieux dans l'apprentissage (Ning et al., 2021). Pour donner un exemple, des étudiants de médecine peuvent pratiquer les massages cardiaques sur des patients virtuels présents dans un jeu adapté à l'éducation (Tan et al., 2017). En plus, les jeux peuvent s'adapter à

la difficulté du contenu à enseigner. Ils peuvent offrir un approche étape par étape pour faciliter la compréhension des apprenants, tout en enregistrant l'activité des joueurs pour évaluer le processus d'apprentissage (Mangowal et al., 2017).

Finalement, Ning et al., 2021 explique qu'en raison de l'amusement et du divertissement offert par les jeux sérieux, le contenu d'apprentissage est rendu intéressant aux utilisateurs. Cela a pour bénéfice de favoriser la motivation des apprenants. Pour les mêmes raisons, le jeu rend l'apprentissage attractif et renforce la participation des apprenants augmentant leur interaction avec le média.

Réalité virtuelle (VR)

La réalité virtuelle (VR) est décrite comme l'utilisation de modélisation informatique et des simulations permettant à un individu d'interagir avec des environnements 3D artificiels (Abdelaziz et al., 2014). Le VR peut offrir une meilleure immersion dans la mesure où l'on intègre au logiciel de VR le monde réel de manière dynamique.

Dans le cadre du *e-learning*, le VR est une méthode nouvelle et innovante notamment par sa nature immersive. Elle permet en effet de présenter à ses utilisateurs un environnement virtuel au plus proche de la réalité, éliminant plusieurs contraintes propres à la nature de certaines formations. Effet, si certains éléments d'apprentissages peuvent être difficiles à mettre en œuvre dans des environnements réels à cause de coûts élevés, du manque d'infrastructure ou de la nature dangereuse des tâches à apprendre, cela est rendu possible dans les mondes virtuels (Alfarsi et al., 2020). Pour donner un exemple, une formation sur les bons comportements de sécurité à adopter face à un incendie semble trop risquée pour pouvoir être réalisée dans un autre monde que celui de la VR.

D'ailleurs, une étude de Tsaramirsis et al., 2016 a étudié l'efficacité du VR pour transmettre des apprentissages dans une classe virtuelle comparativement à un cours ayant pour méthode des vidéos du cours. Les résultats aux examens sont meilleurs (84%) pour les étudiants ayant suivi le cours via un casque VR que les étudiants ayant suivi un cours par le biais de capsules vidéo (80%).

Cependant, Aekanth, 2023 explique qu'il existe toujours un écart important entre l'apprentissage conventionnel et celui qui emploie des technologies immersives comme le VR. La recherche doit encore travailler à son intégration à plus grande échelle, car cette technologie est assez récente et les chercheurs étudient cette méthode d'apprentissage de manière conséquente seulement depuis 2014.

3.3 Plateformes d'apprentissage

MOOC

Les MOOCs, ou cours en ligne ouverts à tous, sont définis par Zhu et al., 2020 comme un des médias d'apprentissage en ligne où l'accès est souvent gratuit, ou à un coût réduit. Ces cours se distinguent par leur accessibilité universelle et une tendance à l'absence de frais pour les apprenants. Les Massive Open Online Courses (MOOCs) ont pour participants des apprenants, des enseignants et parfois des assistants. Ils sont disponibles en tout temps, permettant aux apprenants de suivre les cours à un rythme choisi par l'apprenant. À la fin des cours, des évaluations par les enseignants, par les pairs, mais aussi des quiz sont proposés aux apprenants afin d'évaluer l'apprentissage dans l'objectif d'obtenir une certification (Voudoukis et Pagiatakis, 2022).

L'intérêt croissant du public pour les MOOCs, reflété par une hausse constante du nombre de participants chaque année, souligne leur importance croissante dans le domaine éducatif (Gasevic et al., 2014). En effet, les MOOCs sont apparus pour la première fois dans les années 2000. À cette date, les universités comme MIT étaient les premières institutions à instaurer des classes en lignes destinées à l'éducation. Arrivés en 2011, les MOOCs sont devenus une des méthodes d'apprentissage en ligne les plus populaires, s'étendant dans plus de 190 pays. Stanford lance d'ailleurs la plateforme Udacity. Un an plus tard, c'est au tour de l'université de Harvard de présenter EDX. On découvre aussi Coursera comme plateforme de MOOC sur le marché. Finalement, en 2016, on comptait 23 millions de nouvelles inscriptions dans le monde pour atteindre 58 millions au total.

Voudoukis et Pagiatakis, 2022 distinguent trois types de MOOCs. Les vMOOCs premièrement se concentrent sur des tâches, afin d'acquérir des compétences

professionnelles. Ici, « v » signifie « Vocational ». Il existe aussi les xMOOC et les cMOOC. Les xMOOCs sont les plus populaires et sont basés sur le contenu, tandis que les cMOOCs sont basés sur le réseau. La distinction entre ces deux derniers types réside dans le modèle éducatif. Le premier vise l'acquisition de compétences à travers le contenu. Le second se concentre sur la communication et la structuration collective de connaissances ; « c » fait d'ailleurs référence au terme « Connectivism ».

Un avantage de cette méthode des formations en ligne est que l'on peut atteindre un public très large. Elle permet en effet de diffuser les apprentissages à un très grand nombre d'apprenants sans contrainte temporelle, spatiale, ni financière (Sabine et Beate, 2005). Un deuxième avantage est l'accessibilité. Il suffit d'avoir accès à un ordinateur et à une connexion internet pour pouvoir suivre les cours en ligne. Le matériel éducatif étant intégralement disponible sur les plateformes des MOOCs (Tsolis et al., 2011). Un troisième avantage est le concept de contemplation. Les MOOCs se basent sur certains principes tels que l'accessibilité, la diversité, l'autonomie et l'interaction (Skiba, 2013). Finalement, un dernier avantage est la variété des cours offerts. En plus d'avoir accès à beaucoup de savoirs différents, cela contribue à l'élargissement des connaissances existantes.

Néanmoins, il existe quatre inconvénients aux MOOCs. Il existe d'abord un risque de plagiat et de copie des données, telles que les vidéos, les présentations ou les liens. Cela soulève un problème de droits d'auteurs. Les certifications sont un deuxième inconvénient. Lorsque les cours proposent un certificat à la clef, les cours se voient généralement payants or il est important de garder à l'esprit que la validité des informations peut être incertaine (Schrire et Levy, 2012). De plus, une limite aux MOOCs peut s'appliquer au rôle du professeur. Si l'autonomie est un avantage pour les apprenants, ils mettent l'accent sur les compétences pédagogiques et non la transmission de connaissance en elle-même, car elle est du ressort du professeur. Enfin, un dernier inconvénient est le manque d'orientation, et est dû à la difficulté de communication avec le corps enseignant. Cela peut mener à des confusions, voire des abandons. Le taux d'abandon est d'ailleurs souvent très élevé, atteignant jusqu'à 90% (Voudoukis et Pagiatakis, 2022).

Classes virtuelles

Les classes virtuelles sont décrites comme un espace d'enseignement en ligne synchrone entre les étudiants et les enseignants. Il existe donc une interaction, qui se voit facilitée par des moyens variés tels que le texte, l'audio, la vidéo, et les tableaux blancs interactifs, simulant ainsi l'interaction en face-à-face typique des salles de classe traditionnelles (Al-Nuaim, 2012).

L'avantage de la classe virtuelle, tel qu'il ressort des travaux de (Wardani et al., 2021), réside dans sa capacité à compléter, voire remplacer, l'enseignement en personne, en fournissant tous les outils nécessaires pour maintenir la cohérence des responsabilités des enseignants et des étudiants. Elle joue un rôle crucial dans l'accroissement de l'engagement actif des étudiants pour accroître leur implication face au contenu éducatif.

Cependant, le choix du logiciel adapté pour une classe virtuelle représente un défi. Compte tenu de la multitude de produits disponibles sur le marché, il est impératif de choisir des outils offrant des services de qualité et répondant aux exigences spécifiques des utilisateurs pour assurer une expérience d'apprentissage en ligne efficace (Coulianos et al., 2023). Pour ce faire, les logiciels Adobe Connect, Blackboard Collaborate, LearnCube et VEDAMO Virtual Classroom ont été évalués par Coulianos et al., 2023 selon la norme ISO-25010. La norme ISO-25010 étant reconnue et acceptée pour évaluer la qualité de différents logiciels (Maglapuz et Lacatan, 2019). Les caractéristiques de cette évaluation sont la durabilité fonctionnelle, les performances, la comptabilité, l'utilisabilité, la sécurité, la maintenabilité et la mobilité. Il en ressort finalement que Adobe Connect est le logiciel le plus abouti selon ces critères d'évaluation en raison des fonctionnalités exclusives à cette plateforme rendant l'apprentissage meilleur que sur les autres logiciels de classes virtuelles. On compte parmi ces fonctionnalités ; les sondages, la navigation asynchrone, l'intégration ou encore le partage de fichier.

Systèmes de Gestion de l'Apprentissage (LMS)

Les systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) sont des plateformes utilisées pour diffuser et gérer le contenu et les expériences d'apprentissage en ligne. Ces systèmes sont employés par des institutions éducatives, des entreprises et d'autres organisations

pour offrir des opportunités d'apprentissage en ligne aux étudiants et aux employés. Parmi les LMS open source les plus répandus à l'échelle mondiale figurent Canvas et Moodle (Firat, 2023). Les LMS se caractérisent par l'intégration de plusieurs médias, langues et ressources, permettant l'utilisation de technologies alternatives et présentant l'information de manière organisée. Son objectif principal est ainsi de construire l'apprentissage à travers l'interaction. Il est également important de noter qu'un cours bien planifié, basé sur des méthodologies d'enseignement innovantes, est nécessaire pour assurer la qualité de l'*e-learning* et une plus grande adhésion à cette modalité d'apprentissage (Oliveira et al., 2016).

À propos de l'emploi des LMS dans l'apprentissage en ligne, une revue de littérature de Irfandi et al., 2023 explique que ce sont les institutions d'enseignement supérieur qui dominent l'utilisation de l'*e-learning*, représentant 54,6 % des études, principalement en raison de leur capacité et de leur infrastructure adaptée à l'enseignement en ligne. Également, les LMS sont utilisés par les niveaux d'éducation inférieurs, mais l'usage des LMS est moins répandu. Les écoles secondaires utilisent les LMS dans 27,3 % des cas, les collèges dans 13,6 % des cas, tandis que les écoles primaires se tournent davantage vers les médias sociaux pour l'enseignement, avec seulement 4,5 % d'utilisation des LMS.

Finalement, la satisfaction des étudiants est cruciale pour développer leur confiance envers les LMS. La confiance des étudiants et la perception de l'utilité sont des facteurs clés de leur fidélité aux LMS (Irfandi et al., 2023).

4. Caractéristiques des formations en ligne qui influencent l'apprentissage en ligne

La partie suivante s'intéressera aux caractéristiques des formations en ligne qui influencent directement la qualité et l'efficacité de l'apprentissage en ligne. Nous analyserons des concepts clés comme la richesse des médias, la fidélité de la formation via des outils tels que la réalité virtuelle et la ludification, et le contexte dans lequel la formation est dispensée. Cette section vise à déchiffrer comment ces éléments contribuent à enrichir l'expérience éducative et à maximiser le transfert de connaissances.

4.1 Richesse des médias

Théorie de la richesse des médias

La théorie de la richesse des médias postule qu'il existe différents niveaux de richesse selon les canaux de communication (Trevino et al., 1987). Le « niveau de richesse » fait référence à la capacité qu'a un média à transmettre efficacement des informations à un ou des apprenants, de manière rapide et universelle (Lackmann et al., 2021). L'article de Lackmann et al., 2021 rapporte quatre critères pour déterminer le niveau de richesse d'un média. Ces critères sont issus de l'article de Daft et al., 1987. Premièrement, la rapidité avec laquelle le média permet un *feedback*. Une grande rapidité réduit les incompréhensions. Deuxièmement, la quantité de contenus qu'il fournit (images, graphiques, chiffres, voix, langage corporel). Plus il y en a, plus cela facilite l'interprétation des informations. Le troisième critère est la diversité du vocabulaire utilisé, incluant les nombres et le langage naturel. Les chiffres offrent de la rigueur et le langage naturel ajoute du contexte, améliorant ainsi la communication. Enfin, le quatrième critère concerne le média qui, lorsqu'il inclut la concentration personnelle en plus des réponses émotionnelles des apprenants, ajoute un sens aux informations transmises. Cela augmente l'efficacité de la communication.

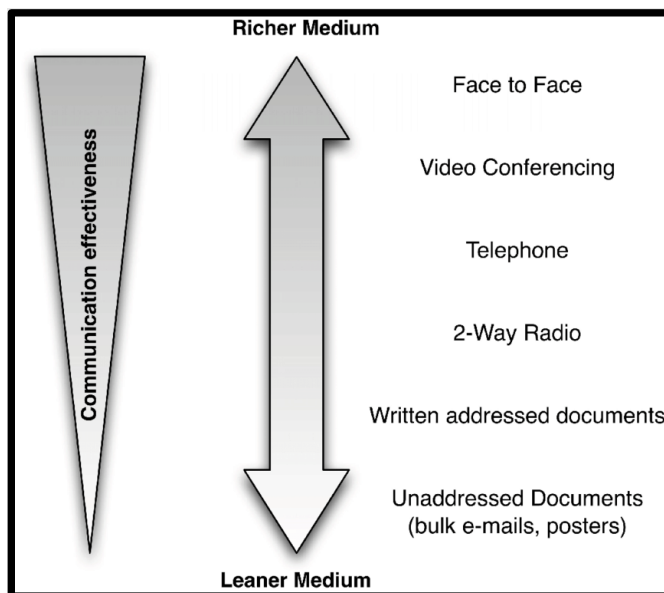


Figure 1. Schéma : Théorie de la richesse des médias (Za et Braccini, 2012)

Richesse des médias et les formations à distance

Selon les quatre caractéristiques des médias, il est possible de classer plusieurs canaux de communication. On peut ainsi classer par ordre décroissant de niveau de richesse : le face-à-face, les conférences vidéo, le téléphone, les documents personnels, les documents impersonnels et les rapports numériques (Sun et Cheng, 2007). Afin de classer les formations à distance, il est ainsi nécessaire d'évaluer la façon dont est présentée l'information. Comme évoqué plus tôt, il existe de nombreuses manières de proposer du *e-learning* et celles-ci varient selon la modalité de présentation de l'information, le contenu intégré à la formation ou encore, selon les plateformes d'apprentissage. En tout cas, les formations en ligne ne dérogent pas à la théorie de la richesse des médias. Plus le canal de transmission des informations respecte les quatre critères, plus ce canal sera considéré comme riche.

Le *e-learning* est un moyen d'apprentissage qui varie grandement selon la conception des modules d'apprentissage, les outils employés ou encore le sujet d'éducation. Toujours selon cette théorie, l'efficacité de l'apprentissage en ligne est donc influencée par le niveau de richesse de la formation en ligne. Afin de favoriser au mieux l'acquisition de connaissances, il est dans un premier temps nécessaire de bâtir une formation offrant du feedback aux apprenants. Par exemple, un système de rétroaction automatique de la plateforme de *e-learning*, une communication avec les instructeurs ou encore un suivi de l'apprentissage influencera positivement l'apprentissage. Deuxièmement, la quantité de contenu proposé est un autre critère clé de cette théorie. Plus celle-ci sera composée de différents contenus tels que des capsules vidéo, du texte, des illustrations, etc, plus l'information sera portée de sens et meilleure sera la compréhension des utilisateurs. Troisièmement, la variété de vocabulaire mélangeant la rigueur des chiffres et le langage naturel nécessaire à l'explication facilitera l'apprentissage. Enfin, de la ludification et une interface accessible tendent à favoriser les composantes émotionnelles et cognitives des apprenants, pour améliorer la concentration.

Sur le continuum de cette théorie (Voir figure 1.), les formations en ligne peuvent ainsi se placer entre le face-à-face et les conférences virtuelles. Cependant, sa place est susceptible

de varier selon la nature et la conception des formations. En tout cas, le niveau de richesse des formations à distance est plutôt élevé.

4.2 Fidélité de la formation (Réalité virtuelle et Ludification)

Les technologies qui simulent les conditions du monde réel, et offrent une représentation plus nuancée et plus réaliste des scénarios servant les formations, sont non seulement plus engageantes, mais aussi associées à de meilleurs résultats d'apprentissage par rapport à la formation didactique traditionnelle en classe (Casey et al., 2021). Dans la formation à la sécurité par exemple, des études suggèrent que les simulations immersives de blessures peuvent induire des émotions fortes, qui à leur tour augmentent l'intérêt pour le contenu de la formation et contribuent ainsi au transfert comportemental d'aversion au risque (Bhandari et al., 2019). L'effet de fidélité est illustré par l'étude de Chittaro et al., (2018). Ils ont exploré l'utilisation de la réalité virtuelle pour améliorer les procédures de sécurité des avions. Les participants formés à la réalité virtuelle ont démontré en emploi des gilets de sauvetage significativement plus rapides et avec moins d'erreurs que les participants ayant reçu une formation traditionnelle.

La fidélité et la simulation peuvent aussi être développées avec la ludification des formations. Ce genre de contenu d'apprentissage stimule également l'engagement dans la formation en permettant un *feedback* plus détaillé sur les performances (Casey et al., 2021). Liang et al., (2019) ont exploré la ludification dans l'industrie minière et ont constaté qu'un environnement de jeu immersif améliorerait la sensibilisation à la sécurité et l'aversion au risque des mineurs.

4.3 Contexte de la formation

Formation obligatoire ou volontaire

Les formations peuvent être adressées aux apprenants selon deux positions. Suivre des cours en ligne peut être obligatoire ou bien volontaire dépendamment du contexte de la formation. La littérature suggère que ces deux positions, caractéristiques de la formation ; interagissent avec des caractéristiques individuelles telles que les traits de personnalité et ainsi impacter le transfert des apprentissages (Gegenfurtner et al., 2016).

Casey et al. (2021) proposent en suivant cette logique que les croyances et attitudes individuelles puissent elles aussi interagir avec le caractère obligatoire ou volontaire des formations en vue d'un apprentissage efficace. Ils ajoutent tout de même que ce sujet n'est encore pas assez étudié pour tirer des conclusions sur cette interaction dans le contexte du e-learning.

Environnement d'apprentissage et participation

La littérature scientifique explique que la participation active au cours d'une formation est un facteur prédictif de l'application des apprentissages. Dans leur méta-analyse, Burke et al., (2006) ont constaté que les formations encourageant un degré élevé d'implication et de participation tendaient à être plus fructueuses. La participation à une formation est susceptible d'en renforcer l'efficacité, car une grande partie de cette formation est basée sur les compétences et nécessite donc un certain investissement comportemental (Krauss et al., 2014). Mettre en place un environnement d'apprentissage impliquant une participation de la part des apprenants, permet donc une meilleure efficacité des formations.

La mise en place d'un tel environnement d'apprentissage a été étudiée par Arghode et Wang, (2016). Ils ont découvert que les formateurs utilisaient plusieurs stratégies, en proposant notamment des exemples intéressants et pertinents, en utilisant des techniques d'enseignement divertissantes et intéressantes (humour, par exemple), en offrant une gamme variée de types d'enseignement (kinesthésique et didactique par exemple). Les formateurs encourageaient aussi les stagiaires à participer à la session à l'aide de jeux de rôle.

4.4 Contexte professionnel

Culture d'entreprise

La culture, associée à l'apprentissage au sein d'une entreprise, joue un rôle quant à l'engagement dans l'apprentissage ou encore le partage de connaissances. Plusieurs études ont cherché à déterminer l'impact de la culture d'apprentissage sur l'efficacité de ce dernier. Notamment Choi et Jacobs (2011), qui expliquent qu'un environnement

d'apprentissage soutenu a un effet positif indirect sur l'apprentissage à travers son influence sur la participation des employés aux formations. Cette culture d'apprentissage exprime aussi une influence directe positive sur les résultats d'équipe et donc sur la performance de cette équipe.

À propos du climat en entreprise, établir un climat professionnel sûr assure une volonté des apprenants à essayer de nouvelles choses, de prendre des risques ou de sortir de leur zone de confort sans craindre de répercussions négatives pour leurs erreurs. La sécurité psychologique qui découle du climat et de la culture d'entreprise est ainsi liée à l'apprentissage (Noe et al., 2014).

5. Caractéristiques des apprenants qui influencent l'apprentissage en ligne

À présent, nous examinerons de près les caractéristiques des apprenants qui jouent un rôle déterminant dans l'apprentissage en ligne. Les discussions porteront sur des aspects tels que la motivation, l'engagement, les émotions, les croyances et attitudes, ainsi que les traits de personnalité, en soulignant l'importance de ces facteurs dans la création d'une expérience d'apprentissage à la fois efficace et personnalisée. Cela mettra en évidence la nécessité d'aligner les approches pédagogiques avec les particularités individuelles des apprenants pour optimiser leur parcours éducatif.

5.1 Motivation

La motivation est considérée comme le cœur de l'apprentissage ou encore la « voie dorée vers l'apprentissage », et est décrite comme une inspiration qui pousse un individu à agir (Borah, 2021). La littérature scientifique a étudié à de nombreuses reprises l'influence de cette caractéristique sur l'apprentissage et il se trouve qu'il existe en une relation positive entre le transfert d'apprentissage et la motivation (Blume et al., 2010). Plus grande est la motivation à apprendre, plus les formations sont efficaces.

Dans son article scientifique, Borah (2021) explique que selon la théorie de l'autodétermination (TAD), les individus sont amenés à apprendre poussés par deux sources : l'une étant interne et l'autre externe. De plus, il existe deux types de motivation :

la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque. Le premier type de motivation est émotionnel, biologique, social ou spirituel, il est une motivation dépourvue de récompenses externes. La motivation n'est alors que poussée par la recherche de plaisir. Pour l'apprentissage, cette motivation est caractérisée comme la curiosité et le plaisir d'apprendre. Le second type de motivation dit extrinsèque, guide les individus à travers un stimulus externe. Les apprenants sont ici guidés par l'anticipation d'une récompense et non par la tâche d'apprentissage en elle-même (Ryan et Deci, 2000).

L'article de Borah rapporte aussi quatre dimensions qui contribuent à la motivation des étudiants. Elles sont la compétence, le contrôle/autonomie, l'intérêt/valeur et la relation. Borah (2021) explique qu'il suffit qu'au moins une de ces dimensions soit satisfaite pour générer de la motivation chez l'apprenant, mais que plus il y a de dimension satisfaite et que plus celles-ci sont fortement exprimées, alors plus la motivation à apprendre est forte. La dimension de la compétence fait état des croyances des étudiants sur leur capacité à compléter une tâche. Le contrôle/autonomie constitue le sentiment de contrôle issu d'un lien direct des actions choisies de l'apprenant sur les conséquences de ses actions. L'intérêt ou la valeur sont associés à la tâche d'apprentissage. Finalement, la relation constitue les récompenses de l'apprentissage, l'appartenance à un groupe ou l'approbation d'un individu important à l'étudiant.

Finalement, lorsque la motivation est exprimée par les apprenants, cela a plusieurs effets sur l'apprentissage. La performance d'apprentissage se voit améliorée, le travail est plus rapide, la concentration est meilleure, et la satisfaction des étudiants est aussi favorisée. Ici, la motivation apporte les efforts et l'énergie nécessaire à l'apprentissage (Borah, 2021).

5.2 Engagement

L'engagement dans le contexte de l'apprentissage, est expliqué par Fredricks et al., (2004) comme étant un construit multidimensionnel. Selon ces auteurs, il se compose de l'engagement comportemental, de l'engagement cognitif et enfin de l'engagement émotionnel. L'engagement comportemental se divise en trois composantes, telles que la conduite qui consiste en des actions positives, l'implication dans le travail et dans

l'apprentissage. L'engagement cognitif, quant à lui, est un « processus psychologique impliquant l'attention et l'investissement » (Smiley et Anderson, 2011). On sait qu'un individu est engagé sur le plan cognitif lorsqu'elle essaie activement de comprendre de nouvelles informations (Fredricks et al., 2004). L'engagement émotionnel est quant à lui défini comme des réactions positives ou négatives qui ne nécessitent pas d'effort cognitif et qui sont spontanées (Y. Wang et Minor, 2008). Ces réactions peuvent être des émotions discrètes telles que l'intérêt, l'ennui, le bonheur, la tristesse et l'anxiété (Fredricks et al., 2004).

De nombreuses études soulignent l'importance de l'engagement dans l'éducation. Lackmann et al., (2021) rapportent que l'engagement améliore l'apprentissage et la rétention des étudiants. En effet, les chercheurs de cet article scientifique ont étudié l'effet de la vidéo sur l'engagement émotionnel, l'engagement cognitif et sur l'apprentissage en ligne. À travers cette expérimentation, les chercheurs concluent qu'il existe une relation entre l'engagement cognitif et l'apprentissage, notamment avec l'attention ; qui est un construit intrinsèque à l'engagement cognitif. Plus les apprenants démontrent de l'attention, meilleures seront les performances d'apprentissage. Cependant il y a une limite à cet effet. Lorsque les ressources attentionnelles sont surchargées, cela a un impact négatif sur l'apprentissage. En plus, Lackmann et al., (2021) ont étudié la relation entre l'engagement émotionnel et l'apprentissage. Ils rapportent l'existence d'une relation positive significative entre l'engagement cognitif et la performance d'apprentissage. Cette relation est aussi décrite avec la valence émotionnelle en effet, les émotions positives permettent aux apprenants de se concentrer sur les tâches d'apprentissage menant ainsi à une meilleure performance d'apprentissage.

5.3 Émotions vécues

On remarque au travers des différents rapports d'industrie que très peu de formations utilisent les émotions comme facteurs de motivation dans un contexte d'apprentissage. Pourtant, une étude de Casey et al. (2021) explique que l'apprentissage se perpétue dans le temps et peut s'inscrire dans les routines des employés si les formations proposent des composantes affectives, cognitives et de la pratique active . En effet, une formation faisant vivre des émotions positives et un sentiment de contrôle mène

à un apprentissage efficace, alors que les formations laissant l'apprenant dépourvu du sentiment de contrôle en plus d'affects négatifs résultent en de mauvaises performances et de l'anxiété face aux tests des nouveaux apprentissages (Mayer, 2020).

5.4 Croyances et attitudes

Les croyances sont des schémas ou des modèles internes autour de la signification et de la connaissance ou, plus concrètement, "comment le monde fonctionne" (Fishbein et Raven, 1962). Dans un contexte de formation ou formation en ligne, les croyances profondément ancrées sont pratiquement impossibles à modifier et peuvent agir comme un frein à main sur tout apprentissage ou changement de comportement souhaité, réduisant ainsi l'engagement dans la formation (Casey et al., 2021; Murphy et Mason, 2006). Pour offrir une formation en ligne optimale, il est alors nécessaire de comprendre les croyances des individus avant l'apprentissage. Cela pourrait permettre une approche plus nuancée et personnalisée de la formation pour cibler ou amplifier certaines croyances préexistantes.

Les attitudes consistent en des évaluations des personnes et des objets dans leur environnement (Ajzen, 2005). Les attitudes sont pertinentes pour la formation en général, car elles peuvent affecter non seulement l'intention de s'engager pleinement dans la formation et d'y participer, mais aussi l'intention des individus d'appliquer ce qu'ils ont appris (Krauss, 2005). Les attitudes peuvent également évoluer au cours d'une formation, ce qui signifie qu'une attitude initialement défavorable ou résistante peut évoluer vers une attitude plus favorable à la fin de la formation. Cela a des implications pour la conception de la formation ; un module initial de "préparation à la formation" ou une structuration spécifique de la formation peuvent avoir une relation positive avec l'engagement ultérieur pendant la formation (Casey et al., 2017).

5.5 Personnalité

Les traits de personnalité peuvent être attribués à un individu selon le MBTI ou bien selon la théorie du Big Five. Dans la littérature scientifique, plusieurs études rapportent que la conscienciosité envers la tâche d'apprentissage et la proactivité des apprenants affectent l'apprentissage et l'application des informations apprises. En plus,

les étudiants soucieux du détail et du devoir peuvent se sentir obligés de prêter attention et de s'engager dans les exercices de formation, et ressentent également un besoin plus fort d'appliquer les formations par la suite (Casey et al., 2021; Huang et Bramble, 2016). D'autres études relatent aussi l'effet de l'extraversion sur la performance d'apprentissage.

Sur un continuum, les traits de personnalité extraversion/introversion, sensation/intuition, penser/sentir et juger/percevoir, ont été étudiés afin de déceler leur effet sur l'apprentissage en ligne. Ces traits de personnalité sont décrits par une échelle souvent utilisée et validée pour évaluer la personnalité dans le domaine de l'éducation (Kim et al., 2013) : le Myers-Briggs Type Indicator (MBTI). Kim et al. (2013) ont étudié l'effet de ces 4 traits de personnalité sur la performance d'apprentissage en ligne. 85 participants ont été évalués par le MBTI, ils ont été associés à un groupe expérimental selon leur trait de personnalité dominant, et a suivi une formation en ligne. Les résultats suggèrent que l'extraversion/introversion est le trait ayant le plus d'effet sur la performance d'apprentissage, les extravertis ont démontré de meilleurs résultats que tous les autres participants. Les trois autres continuums n'ont pas démontré de différences significatives.

Ensuite, une méta-analyse de Blume et al., (2010) a étudié l'effet de la personnalité selon le Big Five de la personnalité. Elle rapporte que le caractère consciencieux a une relation modérée avec le transfert d'apprentissage de la formation. Alors que le névrosisme l'orientation vers les objectifs d'apprentissage, l'agréabilité, l'extraversion et l'ouverture ont des relations plus faibles avec le transfert d'apprentissage.

En dehors du *e-learning*, une étude de Lingappa et al., (2020) a étudié le rôle du Big Five dans la prédiction de la motivation à apprendre une en sécurité et de la motivation au transfert d'apprentissages auto-déclaré parmi les employés d'une entreprise indienne de produits chimiques. Les auteurs ont constaté que le caractère consciencieux et le locus de contrôle affectaient positivement le transfert de la formation à la sécurité, tandis que la propension à prendre des risques était négativement associée au transfert. En outre, Hogan et Foster (2013) ont conceptualisé un concept de personnalité au niveau des facettes appelées « *Trainable* », qui fait référence à la tendance d'une personne à estimer avec

précision ses compétences en matière de sécurité, son ouverture au retour d'information et son engagement dans l'apprentissage (Casey et al., 2021).

5.6 Locus de contrôle

Le locus de contrôle : « désigne la perception qu'a un individu sur ce qui influence les événements de sa vie : soit il considère que c'est le résultat de ses propres actions (internalité), soit il pense que des éléments extérieurs en sont la cause (externalité)» (Spector, 1988).

Cette particularité individuelle a été étudiée dans la littérature scientifique afin de déterminer son effet sur l'apprentissage en ligne. Cascio et al. (2013) rapportent d'ailleurs que l'internalité du locus de contrôle des individus a un effet positif sur les scores d'apprentissage en ligne. Cependant, cet effet est combiné à la motivation externe à apprendre.

6. Schéma récapitulatif

Les caractéristiques des formations et des apprenants ayant un impact sur le transfert d'apprentissage détaillé dans la discussion précédente, peuvent être résumées dans le schéma récapitulatif suivant.

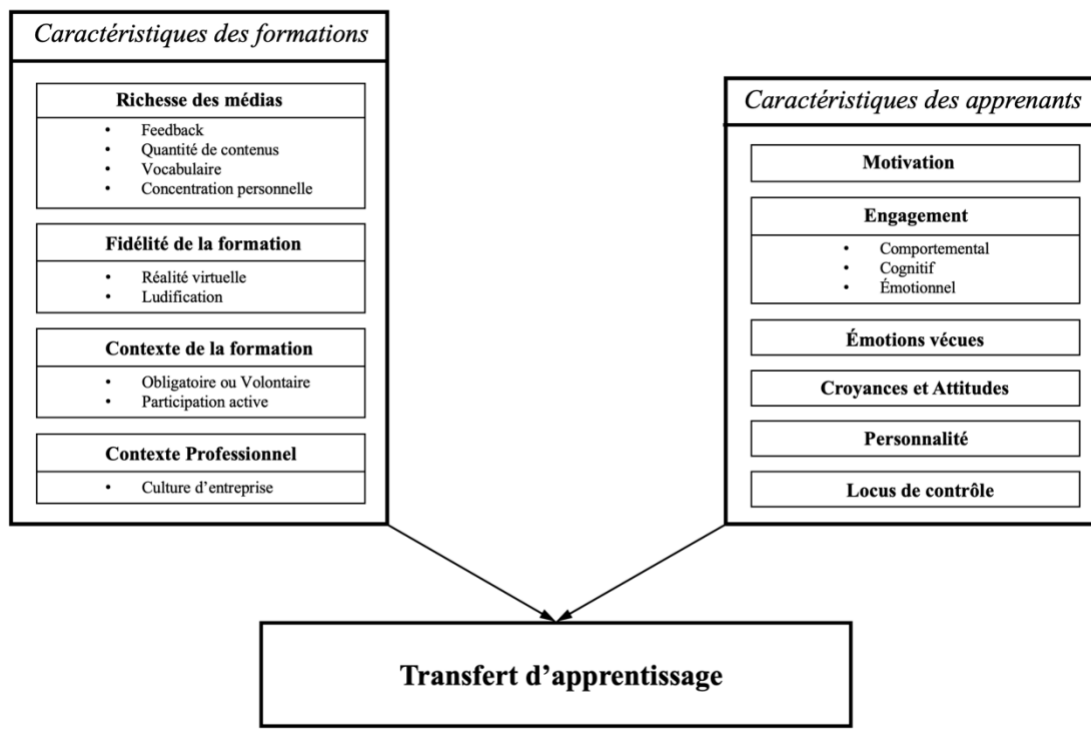


Figure 2. Schéma récapitulatif de l'influence des caractéristiques des formations et des apprenants sur le transfert d'apprentissage.

7. Les gaps et avenues de recherche potentielles.

Sur la base de la présentation de la recherche existante dans le domaine des programmes de formation en ligne et de l'expérience des apprenants, il existe deux lacunes évidentes que la recherche future pourrait s'efforcer de combler. Ces lacunes sont les suivantes ; (1) Comment les émotions influencent l'engagement cognitif dans un contexte professionnel en SST ? et (2) Comment l'engagement cognitif impacte l'apprentissage, lorsqu'il est sous l'influence des émotions ?

Ces dernières sont brièvement décrites ci-dessous.

7.1 Comment les émotions influencent l'engagement cognitif dans un contexte professionnel en SST ?

Alors que cette revue de littérature a exploré diverses dimensions de la formation en ligne, avec un focus particulier sur la SST, un gap persistant mérite une attention

accrue. Il s'agit de l'influence des émotions sur l'engagement cognitif des apprenants en milieu professionnel. Les émotions façonnent l'expérience d'apprentissage, modulant l'attention, la rétention et la motivation. Cependant, la littérature actuelle ne fournit pas une compréhension approfondie des dynamiques émotionnelles spécifiques qui facilitent ou entravent l'engagement cognitif dans la formation en SST. Comprendre ces dynamiques pourrait révéler des stratégies pédagogiques qui exploitent les émotions pour renforcer l'engagement cognitif et améliorer les résultats de la formation.

7.2 Comment l'engagement cognitif impacte l'apprentissage, lorsqu'il est sous l'influence des émotions ?

La recherche scientifique souligne l'importance des émotions et de l'engagement cognitif dans les processus d'apprentissage. Entre autres, Lackmann et al., (2021) rapportent que l'attention; élément clé de l'engagement cognitif, influence positivement la performance d'apprentissage. Cette étude révèle également que l'engagement émotionnel, notamment à travers la valence émotionnelle, a un impact bénéfique sur l'apprentissage. En effet, des émotions positives chez les apprenants favorisent la performance d'apprentissage.

Cependant, il existe toujours un gap dans la littérature scientifique actuelle. Notamment en ce qui concerne le rôle précis de l'engagement cognitif en tant que médiateur entre les émotions et de l'apprentissage. Cette lacune souligne le besoin d'une exploration plus approfondie de la manière dont l'engagement cognitif peut influencer l'impact des émotions sur l'apprentissage.

En d'autres termes, bien que nous comprenions que l'engagement cognitif et l'engagement émotionnel jouent indépendamment un rôle dans l'apprentissage, la manière dont ces deux éléments interagissent reste encore à étudier. Des recherches supplémentaires dans ce domaine pourraient offrir des perspectives nouvelles afin d'améliorer les formations en ligne.

Chapitre 2 : Étude empirique du rôle des émotions et de l'engagement cognitif dans l'apprentissage en ligne dans un contexte de Santé et Sécurité au travail.

Résumé

Contexte : Les décès liés au travail représentent un problème critique au Canada, avec 924 décès signalés en 2020. Cela souligne l'urgence de formations de sécurité efficaces dans les métiers à haut risque.

Objectif : Cette étude vise à combler le manque d'efficacité des formations de sécurité en enquêtant sur le rôle des émotions et de l'engagement dans les environnements d'apprentissage en ligne.

Méthode : À l'aide d'un design expérimental 2x2, cette recherche explore l'impact de l'intensité émotionnelle et du moment de présentation des stimuli émotionnels sur l'engagement cognitif et le transfert subséquent de l'apprentissage dans les procédures de sécurité au sein d'une industrie de transport. Un échantillon de 40 participants a suivi une formation en ligne et a été exposé à un stimulus émotionnel. Les réponses neurophysiologiques (EEG) ont été mesurées à travers des questionnaires et des instruments de mesure spécialisés.

Résultats : Les résultats suggèrent que la présentation stratégique d'un stimulus émotionnel au milieu de la formation favorise l'engagement cognitif. En revanche, l'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement cognitif n'a pas été en mesure d'être démontré. Finalement, les résultats n'indiquent pas d'effet significatif de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage.

Conclusion : L'étude souligne l'importance des facteurs émotionnels dans les formations de sécurité en ligne, pouvant guider la conception de cours d'*e-learning* plus impactant. En intégrant des stimuli émotionnels dans les modules de formation en ligne, la recherche

visé à favoriser un engagement cognitif plus grand, améliorant ainsi l'efficacité des pratiques de sécurité dans les professions à haut risque.

1. Introduction

En 2020, le Canada a connu 924 décès en lien avec le travail. Parmi ces décès, 611 ont été causés par des maladies reliées à l'emploi et 313 sont dus à des accidents (Tucker et Keefe, 2022). Le dernier rapport de l'Organisation Internationale du Travail (ILO) en 2017, rapporte plus de 2,78 millions de décès des travailleurs des suites d'accidents au travail ou de maladies professionnelles. Les coûts de ces accidents représentent 3,4% du PIB mondial (Barati Jozan et al., 2023). La prévention des accidents pour les travailleurs est un enjeu actuel crucial. Il est ainsi nécessaire aux compagnies d'améliorer la Santé et la Sécurité de leurs employés au travail (SST). Ces statistiques alarmantes montrent l'urgence et la nécessité de se pencher sur ce problème. Chercher des solutions afin de réduire les occurrences d'accident au travail est désormais impératif.

Afin de répondre aux drames provoqués par l'exercice des métiers dangereux, plusieurs entreprises ont aujourd'hui décidé de développer des formations de sécurité. Le but derrière ces formations, est de transmettre des connaissances et des comportements de sécurité aux acteurs des métiers dangereux, pour prévenir les risques d'accident au travail. Bien que les formations de sécurité jouent un rôle crucial dans la gestion de la sécurité au sein des entreprises, celles-ci rencontrent pourtant des obstacles à leur efficacité sur l'apprentissage des employés. Ces obstacles sont en autres ; la réticence au changement ou encore le manque d'engagement des apprenants en raison de la nature souvent imposée et bureaucratique des formations (Casey et al., 2021; Krauss et al., 2014; Smith, 2018).

Parallèlement, l'e-learning et les formations en ligne gagnent en popularité dans le milieu professionnel, offrant flexibilité et accessibilité tout en éliminant les barrières géographiques. Cette modalité pédagogique est devenue prépondérante, particulièrement dans le domaine de la santé et sécurité au travail, avec une prévision de croissance significative du marché (Moubayed et al., 2018; Rahayu et al., 2022; Yadav, 2023). Les formations en ligne sont bien accueillies par les apprenants et considérées parmi les interventions de prévention les plus efficaces contre les accidents de travail (Barati Jozan,

2023; Zalat et al., 2021). Cependant, l'efficacité de ces formations à distance est toujours à l'étude. Elle peut particulièrement être influencée par la capacité de la formation à engager cognitivement les apprenants, or l'engagement cognitif est essentiel au processus d'apprentissage. Au vu des statistiques évoquées plus tôt, dans le contexte de la SST, les conséquences d'une mauvaise formation peuvent être dramatiques. Il faut alors trouver la ou les meilleures méthodes pour proposer une formation en ligne engageante et efficace.

Un apprentissage efficace est également sous l'influence des émotions. Leur rôle dans l'apprentissage, est en partie dû à leur influence sur l'engagement cognitif et comportemental, qui eux-mêmes sont nécessaires à une bonne intégration des informations transmises lors de formations. Bien que leur effet direct dans le cadre du e-learning reste moins documenté, des études soulignent l'impact bénéfique des émotions positives sur la performance d'apprentissage (Dubovi et Tabak, 2021; Pentaraki et Burkholder, 2017; Lackmann et al., 2021). La littérature suggère donc un lien fort entre l'engagement cognitif, l'émotion et l'apprentissage, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de mieux comprendre et d'exploiter ce lien dans la conception des formations en ligne, notamment pour les employés dans des métiers à risque.

Il existe néanmoins un gap dans la littérature scientifique à propos de l'effet direct des émotions sur l'engagement cognitif dans le cadre précis du *e-learning*. Pentaraki et Burkholder (2017) expliquent qu'il est essentiel d'établir l'effet discret des émotions sur l'engagement des étudiants et l'apprentissage en ligne. Il est important d'améliorer notre compréhension de l'engagement émotionnel, comportemental et cognitif dans l'apprentissage en ligne.

Finalement, au vu des tendances en SST et du paysage scientifique actuel au sujet des formations en ligne, la problématique qui émerge de cette situation demeure dans la capacité qu'auront les concepteurs des formations en ligne, à permettre un apprentissage efficace pour les employés des métiers dangereux. En plus, il est pertinent d'étudier l'influence qu'ont les émotions et l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage, dans ce contexte de SST.

Dans le but de répondre à cette problématique, il va être nécessaire de s'engager à réduire les accidents au travail, et ce, en utilisant comme outil une composante émotionnelle au sein même des formations en ligne. Étudier son impact sur l'engagement cognitif des apprenants face aux formations, et ainsi sur l'efficacité de l'apprentissage. Pour cela, il est possible d'établir plusieurs objectifs de recherches tels que ; trouver les meilleures méthodes d'apprentissage en ligne permettant un apprentissage en santé et sécurité au travail ou encore, découvrir comment les émotions peuvent augmenter l'engagement dans un contexte d'apprentissage professionnel. Les émotions induites au cours des cours en lignes peuvent varier selon leur intensité émotionnelle et sur le moment de la présentation; découvrir les impacts de ces caractéristiques sur l'apprentissage pourront permettre de développer et concevoir des formations plus efficaces. Pour atteindre ces objectifs, il va être intéressant de poser comme questions de recherche :

Q1. Dans quelles mesures les émotions impactent l'engagement cognitif, dans un contexte d'apprentissage en ligne ?

Q2. Dans quelles mesures l'engagement cognitif peut-il favoriser l'apprentissage chez les employés des métiers dangereux ?

Cette étude inter-participants utilise un design expérimental 2x2 afin d'examiner l'effet de l'intensité émotionnelle et du moment de présentation du stimulus émotionnel sur l'engagement, puis de l'engagement cognitif sur l'apprentissage des pratiques de sécurité au travail dans le domaine du transport. Les 40 participants, recrutés à partir d'un panel institutionnel et d'une compagnie de transport, étaient équipés d'outils de mesure neurophysiologiques (EEG) et répondaient à des questionnaires avant, pendant, et après l'expérience.

Ce mémoire apporte plusieurs contributions. L'une est pratique, l'autre est une contribution théorique. La première contribution est donc purement pratique. Les résultats et les conclusions fournies par ce mémoire peuvent avoir des répercussions directes sur la conception des formations en ligne par les instructeurs des industries ayant la SST pour enjeu. Les résultats ont fait émerger des recommandations concrètes et scientifiquement fondées à propos de l'emploi de ces construits psychologiques lors de la fabrication des

formations. Dans la mesure où les résultats indiquent que la présentation d'un stimulus émotionnel au milieu d'une formation permet d'augmenter l'engagement cognitif des apprenants, alors il est peut-être judicieux d'appliquer cette technique afin d'augmenter l'engagement des apprenants. La portée pratique de ce mémoire peut en somme, être de sauver des vies en réduisant les accidents de travail, évitables grâce à une formation plus engageante sur le plan cognitif.

Une seconde contribution, plus théorique, est que ce mémoire apporte à la recherche scientifique et académique un élargissement des connaissances dans le domaine de l'apprentissage en ligne. Plus précisément, cette étude rapporte l'effet des émotions sur l'engagement dans l'apprentissage en ligne. La conception d'une telle expérimentation est assez inédite dans le monde scientifique et elle contribue au corpus de connaissance sur ce domaine en suggérant que la présentation d'un stimulus émotionnel au milieu d'une formation, augmente l'engagement cognitif.

2. Revue de littérature

2.1 Formations de sécurité

Les **formations de sécurité** sont aujourd'hui au cœur de la gestion de la sécurité dans les entreprises. L'objectif derrière ces formations est de fournir aux employés, des connaissances sur les bonnes pratiques, de la motivation et vise à les encourager à appliquer des comportements sécuritaires sur le lieu de travail. Cela, afin de contribuer à la réduction du risque de blessures et d'accidents au travail (Casey et al., 2021).

Cependant, ce genre de formation présente des défis. Premièrement, les comportements de sécurité sont de nature très répétitifs et ainsi se voient résistants au changement (Krauss et al., 2014). De plus, les formations sont souvent imposées aux apprenants et présentent une connotation très bureaucratique. En conséquence, on constate un déficit dans la motivation à s'engager dans les formations de la part des apprenants (Smith, 2018). Ces défis font émerger un enjeu crucial durant la conception des formations de sécurité. Il est ainsi nécessaire de générer un engagement des apprenants vis-à-vis des formations pour

pouvoir prétendre fournir des connaissances susceptibles de changer, en bon, les comportements de sécurité jusque-là, profondément ancré chez les employés.

2.2 Formations en ligne et e-learning en SST

Dans le même temps, les **formations en ligne** connaissent aujourd'hui un essor dans le milieu professionnel. Elles peuvent être définies par l'utilisation de la technologie pour l'apprentissage de nouvelles informations ou de compétences (Moubayed et al., 2018). La diffusion d'informations à travers le monde grâce aux technologies numériques est ce qui rend l'apprentissage à distance et les formations en ligne de plus en plus populaires. En effet, le marché mondial du *e-learning* est estimé à 325 milliards de dollars pour 2025, ce qui représenterait une augmentation de 300% depuis 2015 (Rahayu et al., 2022).

Dans le milieu professionnel, un rapport industriel réalisé par The Industry Report (2019) auprès de grandes, moyennes et petites entreprises à propos des formations dans le milieu professionnel révèle que 80% des organisations effectuent au moins une partie de leurs formations obligatoires à distance. La formation à distance devient ainsi une méthode dominante pour transmettre aux employés les compétences et savoirs nécessaires aux entreprises (Martins, Zerbini et Medina Díaz, 2019).

Particulièrement, le **e-learning** est très utilisé dans les formations de **santé et sécurité** au travail. Le marché des formations en SST connaîtra une croissance de 12% de taux de croissance annuel composé (TCAC) en 2030 (Yadav, 2023).

Cette méthode d'apprentissage offre de nombreux avantages. L'étude de Barati Jozan (2023), rapporte que la formation en ligne est l'une des interventions de prévention les plus efficaces contre les accidents au travail. D'ailleurs, cette méthode est particulièrement efficace lorsqu'elle est employée pour modifier les attitudes des apprenants ou pour des transmissions de savoir (Ricci et al., 2016). Dans un second temps, les formations en ligne sont généralement bien perçues et acceptées par les apprenants. En effet, une étude de Zalat et al. (2021), a étudié l'adoption du *e-learning* par le personnel médical universitaire. Le taux d'accord des participants sur l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue et l'acceptation de l'*e-learning* était respectivement de 77,1 %, 76,5 %

et 80,9 %. Finalement, le *e-learning* offre une grande flexibilité, ce qui permet aux apprenants de progresser à leur propre rythme (Martins et al., 2018). Cette méthode d'apprentissage efface les frontières géographiques, rendant l'éducation et la formation accessibles à un public plus vaste (Noe et al., 2014). Elle favorise également une approche d'apprentissage centrée sur l'apprenant, encourageant l'autonomie et la motivation, des éléments clés pour un apprentissage réussi (Grogan, 2015).

Cependant, lorsque les formations de sécurité sont mal conçues et exécutées, les conséquences peuvent aller au-delà de la perte d'investissement financier. Des vies peuvent être perdues, des erreurs commises et la productivité réduites lorsque le contenu des formations n'est pas bien intégré et appliqué sur le lieu de travail (Burke et al., 2006).

L'efficacité des formations en ligne, appliquées aux employés exerçant des métiers à risques, s'élève ainsi au rang de nécessité. Pour assurer un tel apprentissage, il est pertinent de se pencher sur les caractéristiques des formations et des apprenants qui influencent l'apprentissage. La littérature scientifique soulève la difficulté qu'ont les formations à transmettre des apprentissages efficacement en matière de sécurité, mais aussi des lacunes à susciter un engagement chez les apprenants.

2.3 Le transfert d'apprentissage

Le **transfert d'apprentissage** en SST, est le résultat central des événements de formation et se réfère à la généralisation et au maintien des connaissances et compétences acquises (Ford et al., 2018). Théoriquement, l'engagement dans la formation est un antécédent de l'apprentissage qui affecte également le transfert des apprentissages. Sans l'expérience de l'engagement dans la formation, le transfert de formation ne peut se produire. Étant donné que l'apprentissage est influencé par l'engagement dans la tâche (Kanfer et Ackerman, 1989) et est modifiable grâce aux caractéristiques de conception et de mise en œuvre de la formation (Kanfer, 1990), l'engagement doit être inclus dans un modèle enrichi de transfert d'apprentissages en matière de sécurité. » (Casey et al., 2021).

2.4 L'engagement cognitif

Pour répondre à cette problématique de recherche, il sera pertinent de se pencher sur le concept d'**engagement cognitif**. Dans le contexte d'apprentissage, il est défini par

: « L'ampleur avec laquelle les élèves sont disposés et capables de s'attaquer à la tâche d'apprentissage en cours. Cela comprend la quantité d'effort que les élèves sont prêts à investir pour travailler sur la tâche (Corno et Mandinach, 1983) et la durée de leur persévérance (Richardson et Newby, 2006) (Walker et al., 2006). » (Rotgans et Schmidt, 2011).

Cette dimension cognitive joue un rôle dans le processus d'apprentissage et permet même de l'améliorer. En effet, l'engagement envers une formation précède toujours l'apprentissage ; ce dernier étant donc systématiquement affecté par l'engagement de l'apprenant dans une tâche (Kanfer et Ackerman, 1989). De plus, cette fonction cognitive peut être influencée par la conception et par la présentation des formations (Kanfer, 1990). Une étude de Liu et al., (2022) a étudié l'effet de l'engagement cognitif et de l'engagement émotionnel sur l'apprentissage acquis à travers des MOOCs. Les résultats indiquent qu'il existe une interaction entre ces deux construits et l'apprentissage.

L'engagement peut ainsi prédire l'accomplissement de l'apprentissage avec une haute-fidélité. En plus, une seconde étude réalisée dans le cadre du *e-learning* par a cherché un effet de l'engagement sur l'efficacité perçue de l'apprentissage. Pour ce faire, 212 élèves ont suivi un cours en ligne pendant la pandémie. Les résultats démontrent que l'engagement a une effet positif significatif sur l'efficacité perçue de l'apprentissage. Or, il existe une relation positive entre l'efficacité de l'apprentissage perçu et les notes des étudiants (Panigrahi et al., 2020).

Dans l'objectif d'évaluer de l'engagement cognitif, la recherche scientifique rapporte plusieurs méthodes telles que des questionnaires d'auto-évaluation ou encore des enquêtes (compilés de manière autonome par l'utilisateur). D'autres méthodes pour mesurer l'engagement, basées sur des capteurs physiologiques, ont été mises au point. Elles sont la variabilité de la fréquence cardiaque, la réponse galvanique de la peau ; mais surtout l'EEG. Parmi elles, l'EEG est le plus prometteur pour l'évaluation de l'engagement (Apicella et al., 2022). Le système EEG est non invasif et fournit des informations sur l'activité cérébrale en quelques millisecondes.

Pour décrire à présent l'engagement cognitif dans le contexte de l'apprentissage, la littérature explique lorsque le sujet effectue une tâche d'apprentissage, la mémoire de travail identifie les informations entrantes et la mémoire à long terme construit et stocke de nouveaux schémas sur la base des schémas antérieurs. Alors que les schémas déjà construits diminuent la charge de la mémoire de travail, la construction de nouveaux schémas entraîne son augmentation (Andreessen et al., 2021; Gerven, 2003). La mémoire de travail est tout comme l'attention déployée pour effectuer une tâche, une composante clef de l'engagement cognitif et la réunion de ces deux activités cognitives indiquent qu'un individu est cognitivement engagé.

L'EEG est capable de mesurer l'activité cérébrale des bandes de fréquence thêta et alpha, or, l'activité thêta dans le cortex frontal est généralement associée à des fonctions cognitives telles que la mémoire de travail, l'attention soutenue envers une tâche ou encore la résolution de problème. La littérature scientifique soutient que l'activité dans la bande frontale thêta augmente en fonction du nombre d'éléments retenus dans la mémoire de travail, ce qui suggère que l'augmentation de la puissance thêta peut refléter l'engagement complet des ressources de la mémoire de travail (Schack et al., 2002). De plus, une étude de Clayton et al., (2015) soutient que l'activité cérébrale thêta dans le cortex frontal est un corrélat oscillatoire robuste des performances cognitives prolongées, telles que l'attention et donc l'engagement cognitif. En effet, la puissance de thêta augmente considérablement pendant les tâches d'attention soutenue. L'activité thêta est fortement impliquée dans les processus de surveillance et de contrôle cognitifs considérés comme cruciaux pour l'attention soutenue. L'augmentation de l'activité thêta dans le cortex frontal peut donc être interprétée comme un indicateur d'une l'augmentation de l'engagement cognitif envers une tâche.

2.5 Le rôle des émotions sur l'engagement cognitif et sur l'apprentissage

Au cours du processus d'apprentissage, les **émotions** peuvent être définies comme des états internes à multiples facettes, englobant des sentiments et des aspects cognitifs, physiologiques, expressifs et motivationnels, qui se déclenchent chaque fois que l'objectif d'un individu est atteint ou contrarié ou qu'il est susceptible de l'être (Poggi, 2008). **L'Intensité émotionnelle** d'une émotion donnée exerce une influence sur la motivation

et le comportement des individus (Kozubal et al. 2023). Elle est définie quant à elle par : « une caractéristique individuelle stable, définie par la force typique de la réaction émotionnelle individuelle. » et la réaction émotionnelle se réfère à « l'intensité ou la magnitude de l'émotion ressentie. Toutes choses égales par ailleurs, l'ampleur d'une réponse émotionnelle devrait être fortement liée à l'ampleur du stimulus émotionnel. » (Larsen et Diener, 1987). En somme, l'intensité émotionnelle se réfère à la force ou à l'ampleur d'un stimulus émotionnel et à sa capacité à susciter des réponses émotionnelles fortes ou faibles chez les individus.

Tout d'abord, les émotions ont un effet sur l'engagement. En effet, Dubovi et Tabak (2021) ont étudié le lien entre ces deux construits, au cours du visionnement d'une vidéo YouTube. Ils expliquent que, quelle que soit la valence de l'engagement émotionnel, l'émotion est liée à un plus grand engagement comportemental et cognitif. De plus, le contenu émotionnel d'une histoire, porté par des textes, a un impact sur l'engagement cognitif lors de l'écoute et de la lecture de textes littéraires (Ballenghein et al., 2023).

Dans un second temps, l'engagement émotionnel étant ainsi un bon prédicteur de l'apprentissage (Liu et al., 2022), l'intégration des émotions dans les formations en ligne semble être une bonne opportunité d'augmenter l'efficacité de l'apprentissage dans le contexte de cette étude. Un article de Mayer (2020) visant à développer un modèle théorique à propos du rôle des émotions dans l'apprentissage en ligne décrit un lien direct entre les processus émotionnels et les processus cognitifs incluant l'engagement cognitif, puis un lien entre l'engagement et l'apprentissage (Voir Figure.3). Ainsi, on sait grâce à la littérature scientifique que les émotions ont un effet positif sur l'engagement, mais il reste à étudier l'impact des émotions sur l'apprentissage à travers l'engagement cognitif.

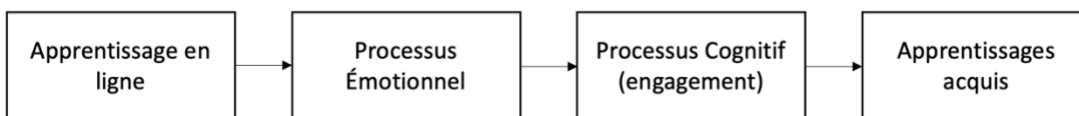


Figure 3. Modèle cognitivo-affectif d'apprentissage en ligne (Mayer, 2020)

2.6 Comment l'engagement cognitif et les émotions impactent l'apprentissage ?

La recherche scientifique souligne l'importance des émotions et de l'engagement cognitif dans les processus d'apprentissage. Entre autres, Lackmann et al., (2021) rapportent que l'attention; élément clé de l'engagement cognitif, influence positivement la performance d'apprentissage. Cette étude révèle également que l'engagement émotionnel, notamment à travers la valence émotionnelle, a un impact bénéfique sur l'apprentissage. En effet, des émotions positives chez les apprenants favorisent la performance d'apprentissage.

Cependant, il existe toujours un gap dans la littérature scientifique actuelle. Notamment en ce qui concerne le rôle précis de l'engagement cognitif sur l'apprentissage, lorsque celui-ci est induit par des émotions. En d'autres termes, bien que nous comprenions que l'engagement cognitif et émotionnel jouent indépendamment un rôle dans l'apprentissage, la manière dont ces deux éléments interagissent reste encore à étudier. Des recherches supplémentaires dans ce domaine pourraient offrir des perspectives nouvelles afin d'améliorer les formations en ligne.

3. Modèle de Recherche

Afin de développer notre modèle de recherche (voir Figure 4), nous avons isolé un construit responsable des apprentissages acquis durant les formations en ligne, et de l'application pratique de ces derniers dans un contexte professionnel. Ce construit est le transfert d'apprentissage.

Comme nous cherchons à déterminer dans quelles mesures les caractéristiques émotionnelles des formations en ligne impactent l'apprentissage au travers de l'engagement cognitif, nous avons sélectionné l'intensité émotionnelle et le moment de l'exposition à un objet émotionnel, pour variables indépendantes.

Nous cherchons ainsi à déterminer dans quelles mesures l'intensité émotionnelle impacte l'engagement cognitif, et si l'induction de fortes émotions favorise davantage l'engagement cognitif que des émotions d'intensité plus faible.

Dans la mesure où les composantes émotionnelles augmentent l'engagement le moment de l'induction émotionnelle chez les participants devrait augmenter l'engagement cognitif au cours d'une formation en ligne. Il sera alors pertinent de déterminer si un stimulus émotionnel présenté au milieu de la formation augmente l'engagement cognitif pour la seconde partie de cette formation. Ces deux construits s'inscrivent dans notre modèle comme les caractéristiques et facteurs émotionnels propres à la formation en ligne. Ils sont aussi les construits que nous manipulons au cours de cette expérience.

L'engagement cognitif dans le contexte de notre étude est défini par l'effort cognitif investi durant l'apprentissage en ligne. Cette variable dépendante s'inscrit comme une caractéristique propre aux individus qui suivent la formation en ligne et tend à être influencée par les caractéristiques émotionnelles de la formation en elle-même.

Les variables « *moment* » et « intensité émotionnelle » sont des variables indépendantes. Finalement, le « transfert d'apprentissage » et « l'engagement cognitif » sont des variables dépendantes.

Hypothèses :

Les recherches existantes montrent que les composantes émotionnelles jouent un rôle crucial dans l'apprentissage en ligne. Les émotions peuvent impacter l'engagement cognitif des apprenants en le renforçant, ce qui est essentiel pour la rétention, l'application et donc le transfert d'apprentissages. Une histoire avec une forte dimension émotionnelle peut avoir un impact significatif sur l'engagement cognitif (Ballenghein et al., 2023). Cela suggère que l'intensité des émotions ressenties durant la formation pourrait être un facteur déterminant de l'engagement cognitif. De plus, Dubovi et Tabak (2021) ont souligné que les émotions, indépendamment de leur valence, augmentent l'engagement comportemental et cognitif. En testant l'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement cognitif, nous visons à approfondir cette compréhension et à fournir des preuves empiriques sur la manière dont les émotions fortes peuvent améliorer l'expérience d'apprentissage en ligne. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que l'intensité de l'émotion impact positivement l'engagement cognitif.

- **Hypothèse 1 (H1)** : *Le niveau d'intensité émotionnel a un effet positif sur l'engagement cognitif.*

L'étude de Liu et al., (2022) démontre que l'engagement cognitif est influencé par la conception et la présentation des formations et que cela affecte l'apprentissage acquis, nous pouvons ainsi suggérer que le moment de la présentation du stimulus émotionnel à un impact sur l'engagement. En plus, on sait que les émotions ont un effet positif sur l'engagement (Dubovi & Tabak, 2021). La présentation d'un stimulus émotionnel peut donc renforcer l'engagement cognitif qui suit son exposition. Le moment influence l'engagement. Tester l'effet du moment de l'exposition à un stimulus émotionnel est donc essentiel car la conception temporelle de la formation peut grandement influencer l'engagement des apprenants. Si un stimulus émotionnel est introduit au milieu de la formation, il pourrait augmenter l'engagement des participants pour la seconde moitié de la formation. Par conséquent, notre hypothèse est que le moment de la présentation du stimulus émotionnel joue un rôle crucial dans l'optimisation de l'engagement cognitif. Tester cette hypothèse nous permettra de proposer des recommandations pratiques sur la structuration temporelle des formations en ligne pour améliorer l'apprentissage.

- **Hypothèse 2 (H2)** : *Le moment de la présentation du stimulus au milieu de la formation a un effet positif sur l'engagement cognitif lors de la deuxième moitié de la formation.*

L'engagement cognitif est souvent cité comme un facteur clé dans la facilitation du transfert d'apprentissage. En d'autres termes, les apprenants qui expriment un effort cognitif plus important sont plus susceptibles de transférer ce qu'ils ont appris à des situations réelles. Casey et al. (2021) ont souligné que l'engagement est un antécédent crucial du transfert d'apprentissage, particulièrement dans les contextes de formation en sécurité. Ils ajoutent que l'apprentissage est modifiable selon la conception de la formation, alors dans le contexte d'une formation de sécurité en ligne, il est pertinent de déterminer l'impact de l'engagement sur l'apprentissage. En parallèle, Poon et al. (2022) ont démontré que l'engagement cognitif a un effet positif significatif sur l'efficacité perçue de l'apprentissage, ce qui suggère que des niveaux élevés d'engagement peuvent améliorer

la perception de la compétence et de la confiance en l'application des connaissances acquises. En testant l'effet de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage, nous pouvons obtenir des informations précieuses sur la manière dont les formations en ligne peuvent être conçues pour maximiser l'impact pratique des apprentissages, en particulier dans des domaines critiques comme la santé et la sécurité au travail. L'hypothèse 3 est formulée ainsi ;

- **Hypothèse 3 (H3)** : *L'engagement cognitif à un effet positif sur le transfert d'apprentissage en SST.*

En résumé, malgré une littérature limitée sur certaines interactions spécifiques que nous testons, les hypothèses formulées trouvent un fondement logique dans les études existantes. Ces hypothèses sont en plus, motivées par la nature importante et urgente du contexte de cette étude. Les nouvelles connaissances en SST, pouvant avoir des conséquences directes sur les conditions de travail des apprenants. En examinant ces relations, nous espérons donc contribuer de manière significative à la compréhension de l'impact des émotions sur l'apprentissage en ligne, et ainsi améliorer la conception de ces formations pour un meilleur transfert des connaissances.

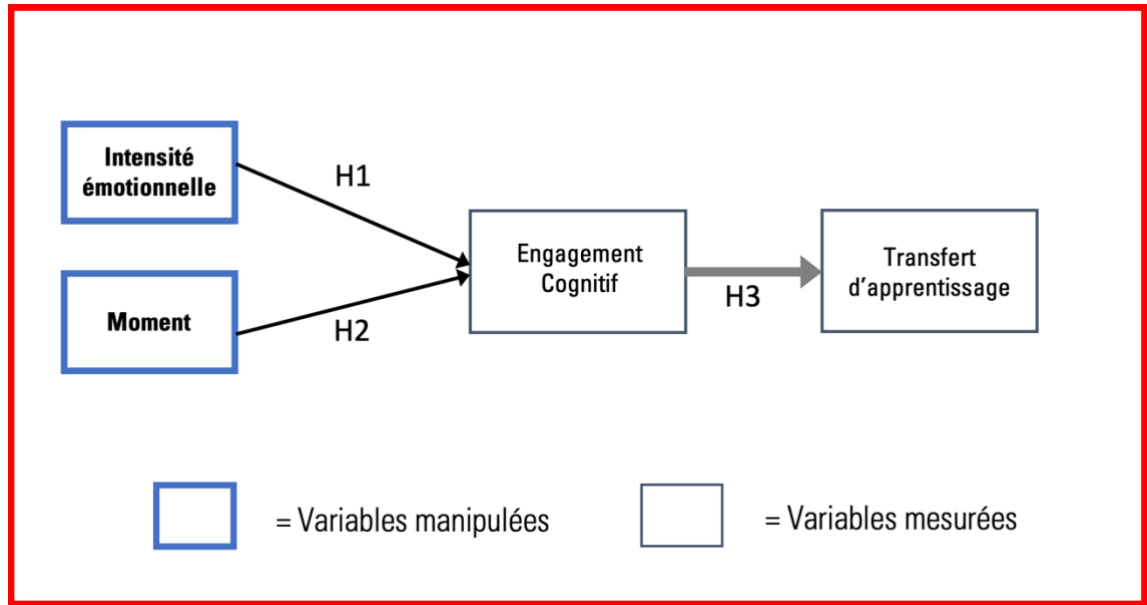


Figure 4. Modèle de Recherche

4. Méthodologie

4.1 Design Expérimental

Afin de tester nos hypothèses de recherche, nous avons conçu une expérience inter-participants suivant un plan factoriel 2x2. L'expérience consistait à suivre une formation sur les bonnes pratiques de sécurité au travail en cas d'incendie, dans l'industrie du transport. En plus, deux variables ont été manipulées: l'intensité émotionnelle et le moment de présentation du stimulus émotionnel. Chaque participant a été assigné de manière aléatoire à l'une des quatre conditions expérimentales.

Dans les conditions une (AV_IB) et deux (AV_IE), les participants ont été exposés à un stimulus émotionnel avant (AV) de commencer la formation en ligne. En revanche, pour les conditions trois (MIL_IB) et quatre (MIL_IE), le stimulus émotionnel a été introduit au milieu (MIL) de la formation, divisant ainsi le contenu en deux parties distinctes : la première partie de la formation (FP1) et la seconde partie (FP2).

Un autre élément différenciant ces conditions est la nature de l'intensité émotionnelle du stimulus. Dans les conditions AV_IB et MID_IB, les participants ont été confrontés à un stimulus d'intensité émotionnelle basse (IB), tandis que dans les conditions AV_IE et

MID_IE, l'intensité émotionnelle du stimulus était élevée (IE), comme le montre la figure 5.

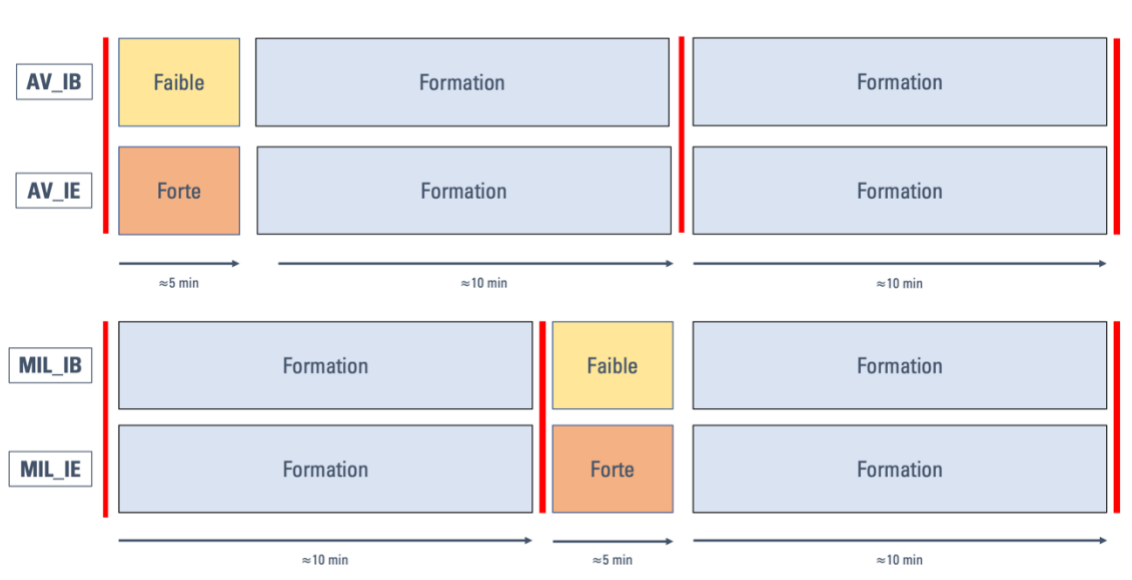


Figure 5. Schéma Design Expérimental

4.2 Participants

Au total, 41 participants ont été recrutés pour cette expérience. Cependant, un participant a dû être exclu en raison de somnolence. Ainsi, l'échantillon final était composé de 40 participants valides, âgés en moyenne de $25 \pm 6,54$ ans, avec une plage d'âge allant de 19 à 51 ans. La répartition par sexe était de 24 femmes et 16 hommes.

Pour être éligibles à l'étude, les participants devaient répondre à plusieurs critères : être neurotypiques, droitiers, ne pas être sujets aux crises d'épilepsie, ne pas avoir d'allergies sous-cutanées et être capables de lire et de comprendre l'anglais à un niveau avancé.

Sur les 40 participants, 21 ont été recrutés via le panel de participants de notre institution, et 19 par une compagnie de transport qui propose des programmes de formation de SST en ligne à ses employés. Avant leur participation, un formulaire leur a été envoyé pour leur fournir une brève description de l'étude et vérifier s'ils répondaient aux critères d'inclusion et d'exclusion. Après avoir participé à l'étude, chaque participant a reçu une compensation pour son temps sous forme d'un virement Interac de 40\$.

Il convient de noter que cette étude a reçu l'approbation du comité d'éthique de notre institution, sous le numéro de projet 2023-5386.

4.3 Description des stimuli

Le stimulus principal s'agit d'une formation en ligne, qui porte sur la prévention des incendies au sein de la compagnie de transport. Elle a été structurée en deux parties d'une durée approximative de 10 minutes chacune, en fonction de la vitesse à laquelle les participants progressaient. Cette division avait pour objectif de mesurer, à mi-parcours, l'apprentissage, mais aussi d'introduire les stimuli émotionnels dans les conditions MID_IB et MID_IE. La première partie de la formation (FP1) abordait les différents types de feux, les extincteurs, ainsi que les bonnes pratiques et réflexes à adopter en cas d'incendie. La seconde partie (FP2) se concentrait sur l'identification des risques d'incendie et fournissait des recommandations spécifiques pour faire face à un incendie dans des contextes variés.

Les stimuli manipulés durant cette étude sont de nature émotionnelle. Deux versions de ces stimuli ont été élaborées, se distinguant par leur intensité émotionnelle. La première version, à laquelle les participants des conditions AV_IE et MIL_IE ont été exposés, est une vidéo témoignage où la veuve d'un employé d'une compagnie de transport raconte l'accident mortel qu'a subi son mari. Il s'agit donc du stimulus à intensité émotionnelle élevée. Cette vidéo a une durée de 6 minutes et 39 secondes. La seconde version à intensité émotionnelle basse, présentée dans les conditions AV_IB et MIL_IB, met en scène le témoignage d'un gestionnaire de la même compagnie évoquant un autre accident mortel. Cette version est moins incarnée et l'interlocuteur décrit l'accident de façon plus détachée. Cette séquence est plus courte, avec une durée de 4 minutes et 29 secondes. La principale distinction entre ces deux témoignages réside ainsi dans leur dimension émotionnelle. À la conclusion de chaque vidéo, un bref message apparaissait à l'écran, établissant un lien entre le récit de l'intervenant et la formation en ligne qui suivait.

4.4 Procédure

Lors de leur arrivée à la session de collecte de données, les participants étaient accueillis par un modérateur et les assistants de recherche. Après s'être installés dans la salle de collecte dédiée, on leur présentait un formulaire de consentement qu'ils devaient lire attentivement et signer. Une fois cette formalité accomplie, des assistants de recherche prenaient le relais pour équiper les participants. Ils commençaient à mesurer la circonférence du crâne pour adapter le casque EEG. Une fois le casque correctement positionné, doté de ses 32 électrodes, les assistants s'assuraient que l'impédance était optimale, c'est-à-dire entre 10 et 30 mOh.

Avec tout l'équipement en place, les enregistrements EEG, Tobii ProLab ainsi que la capture vidéo via Capture étaient lancés. Les participants étaient ensuite guidés à travers une phase de calibration, pendant laquelle ils devaient fixer une croix pendant 90 secondes, tout en restant détendus et à l'aise. Cette étape permettait d'établir une baseline pour les données physiologiques.

Après cette calibration, on leur remettait un iPad sur lequel ils devaient répondre au premier questionnaire, nommé Q_pre. Dans ce dernier, les participants répondaient à des questions sociodémographiques : âge et genre. Puis, en fonction des conditions expérimentales définies, les assistants présentaient soit un stimulus émotionnel (fort ou faible) via Tobii ProLab, soit initiaient la première partie de la formation en ligne. À l'issue de cette première partie, les participants étaient invités à répondre à un second questionnaire, le Q_mid. Ici, les participants répondaient à un quiz de connaissance sur la première partie de la formation.

La session se poursuivait avec la deuxième partie de la formation en ligne. Pour ceux qui n'avaient pas encore été exposés au stimulus émotionnel, c'était le moment où ils le découvraient, que ce soit dans sa version faible ou forte. Finalement, les participants complétaient le dernier questionnaire, Q_post. Ce dernier était composé d'un quiz de connaissance sur la deuxième partie de la formation, mais aussi une question sur les émotions (valence et excitation) éprouvées durant le témoignage et sur l'ensemble de la formation.

Pour résumer, les participants répondaient à l'aide de Qualtrics, à 3 questionnaires au cours de l'étude. La première fois (Q_pre) avant de débiter la première partie de la formation, la seconde fois (Q_mid) entre les deux parties de la formation en ligne et la

troisième fois (Q_post), après avoir complété la formation entière. Sur la figure 5. Les barres rouges représentent l'administration des questionnaires. Les échelles de mesure utilisées sont disponibles dans le tableau 4a (Annexe 1).

En conclusion de cette expérience, le modérateur revenait vers le participant pour mener une entrevue semi-structurée, visant à recueillir des impressions des participants et des données qualitatives (Tableau 5). Une fois cette discussion terminée, les assistants aidaient le participant à retirer tout l'équipement, et l'invitaient ensuite à se laver les cheveux pour éliminer tout résidu. Avant de quitter les lieux, chaque participant remplissait un formulaire de compensation pour les remercier de leur temps et de leur contribution à l'étude.

Un schéma du déroulement de la collecte est disponible en annexe. (Annexe 4, Figure 9.)

4.5 Mesures

Le tableau suivant (tableau 2) résume les instruments et outils de collectes associés aux différentes mesures des construits.

Tableau 2. Instruments et mesures.

Construits	Mesures	Instruments de mesure
Émotions	Valence émotionnelle	Affective Slider
	Activation émotionnelle	(Betella et Verschure, 2016)
	Activité cérébrale, bande de fréquence Alpha (8-12 Hz)	EEG
Engagement cognitif	Activité cérébrale, bandes de fréquence F1 (5-7 Hz) et Alpha (8-12 Hz)	EEG
Transfert d'apprentissage	Scores aux Quiz	Quiz de connaissances

Les émotions perçues ont été mesurées de deux manières distinctes. La première méthode de mesure est une échelle de mesure appelée Affective Slider, qui était présentée

durant la dernière partie du questionnaire (Q_post). L’Affective Slider, développé par Betella et Verschure (2016), est utilisé pour mesurer la valence émotionnelle et le niveau d’activation perçue. Cette mesure consiste en deux barres de contrôle sur lesquelles les participants indiquent leur niveau de plaisir et d’activation en faisant glisser un curseur sur ces barres de contrôle (Voir Annexe 1).

La seconde méthode pour mesurer les émotions nécessite l’emploi de l’électroencéphalogramme (EEG), à travers lequel nous avons mesuré l’activité cérébrale dans les ondes de fréquence alpha (8-12Hz), et plus précisément l’asymétrie de l’activité alpha frontale comme indicateur typique du traitement des émotions. Les émotions sont en effet traitées de manière asymétrique par le cerveau humain et cette asymétrie alpha frontale est donc un indicateur sensible du traitement des émotions, tant sur le plan affectif que motivationnel (Zhao et al., 2018).

Pour mesurer l’engagement cognitif, nous avons mesuré l’activité cérébrale à l’aide de l’EEG. Plus spécifiquement nous avons enregistré l’activité dans les fréquences thêta et alpha, où une activité thêta accrue dans le cortex frontal est liée à des fonctions telles que la mémoire de travail et l’attention soutenue, et reflète un engagement cognitif complet lorsque cette activité augmente (Schack et al., 2002). Clayton et al., (2015) soutiennent également que la puissance thêta frontale est un corrélât fiable de l’engagement cognitif, impliqué dans les processus de surveillance et de contrôle, essentiels pour maintenir l’attention.

Afin de mesurer le transfert d’apprentissage, nous avons calculé les scores obtenus aux quiz de connaissances. Un exemple type de question est : *“True or False? If there is an abnormal condition such as noise, smoke or odor coming from the locomotive engine, the proper actions to take are: Shut down the electrical panel / Remove the inspection covers / Attempt to restart the engine”*. Les autres questions sont disponibles dans l’Annexe 1. (Tableau 6a.). Nous avons choisi comme barème de notation, un point par question répondu correctement. Pour qu’une réponse à une question à choix multiples (QCM) soit jugée correcte, les participants doivent sélectionner toutes les bonnes réponses

sans en choisir aucune de fausse. Ensuite nous avons calculé la moyenne de chaque quiz (Quiz_mid et Quiz_post) et la moyenne des deux quiz.

4.6 Instruments et outils de collecte

Durant la collecte, plusieurs types de données ont été mesurés. Les données neurophysiologiques d'abord,

Ensuite, pour mesurer l'activité cérébrale des participants, nous avons utilisé un électroencéphalogramme. Pour les 25 premiers participants, le jeu d'électrodes et les casques EEG étaient manufacturés par g.tec. Le signal électrique émis par l'activité cérébrale était alors capté par les électrodes et transmis au logiciel de visualisation Simulink par MATLAB à travers un boîtier Bluetooth. En raison d'une défaillance du jeu d'électrode g.tec que nous avons utilisé au début de la collecte, nous avons pour les 15 derniers participants, changé les électrodes. La procédure était la même, simplement les instruments EEG utilisés, soient le casque et le jeu d'électrode, étaient de marque Brain Vision. Afin d'assurer la conductivité des électrodes sur le scalp, nous nous sommes servis du gel avec électrolytes SuperVisc (250gr.) Brain Vision pour tous les participants.

Une baseline de 90 secondes précédait le début de la présentation des stimuli, pour les mesures relatives (EEG). Le but de cette baseline est de comparer les données EEG de l'état de relaxation avec les symptômes physiologiques du même participant pendant les qu'ils étaient exposés aux stimuli (Braithwaite et al., 2013). Tout au long de l'expérimentation, les participants étaient filmés avec une Webcam Logitech C920 HD Pro, et enregistré à l'aide du logiciel Capture (Courtemanche et al., 2022).

Dans l'objectif de synchroniser tous les outils entre eux, soient l'enregistrement vidéo et Tobii ProLab ; une syncbox développée par Noldus envoyait toutes les 6001 millisecondes un signal Bluetooth (BLE) à la BITalino et au logiciel Tobii ProLab. En plus, pour pouvoir synchroniser manuellement les données neurophysiologiques à l'enregistrement vidéo, la syncbox émettait en même temps un signal lumineux visible à la caméra affichant un chiffre correspondant au nombre de signal émis depuis le début des enregistrements. Cela nous a permis pendant le post-traitement des données de synchroniser la vidéo aux enregistrements neurophysiologiques à l'aide de ces marqueurs.

Finalement, la salle d'expérimentation où étaient installés les participants est équipée d'une cage de Faraday, bloquant ainsi les ondes venant de l'extérieur afin de minimiser les bruits dans les données collectées.

Un schéma du montage de la salle de collecte est disponible en annexe. (Voir Annexe 3.)

4.7 Traitement des données

Les enregistrements de Tobii ont été consultés et les marqueurs de la présentation des différents stimuli ont été ajustés post-collecte. Soient un marqueur au début et à la fin de la baseline. Un marqueur au début et à la fin du stimulus émotionnel, de la FP1 et de la FP2. Les vidéos ont pu être synchronisé à Tobii ProLab grâce aux marqueurs de la synchbox évoquée plus tôt. Toutes ces données ont été synchronisées et analysées à l'aide du logiciel Photobooth selon la procédure de synchronisation élaborée par Courtemanche, F. et al. (2019).

Le traitement des données EEG a pu s'effectuer à l'aide du logiciel BrainStorm sur MATLAB. Tous les marqueurs ont d'abord été ajustés. Ensuite, les enregistrements de tous les participants ont été analysés manuellement et visualisées avec un filtre de 1 Hz à 40 Hz. Premièrement, les enregistrements ont été nettoyés des clignements d'œil des participants et des autres artefacts, à l'aide l'algorithme Fast ICA programmé à partir d'un extrait 300 secondes situé vers le milieu de l'enregistrement complet. Les enregistrements ont ensuite été filtrés par un filtre passe-bande de 1 Hz à 40 Hz, puis un filtre coupe-bande d'atténuation à 60dB. Les enregistrements ont par la suite été découpés pour obtenir plusieurs périodes de 3000 millisecondes, puis ils ont été traités et nettoyés uns à un. Les périodes étaient supprimés si l'amplitude du signal dépassait 150 Hz ou étaient en dessous de -150Hz. En plus, si on observait des saccades flagrantes, les périodes étaient aussi supprimés. Une fois les enregistrements dépourvus d'artefacts, nous avons fait une analyse *bandpower* avec le transformé de Hilbert, pour les ondes thêta (5-7 Hz), alpha (8-12 Hz) et beta (15-29 Hz) uniquement. Puis nous avons calculé une moyenne et réalisé une normalisation des données par rapport à la baseline des tous les enregistrements propres à chaque participant. Pour finir, nous avons réalisé une moyenne selon le temps de 0 à 3000ms. Pour les données EEG, un défi de nature technique a été rencontré. Au

cours de la collecte de données, nous avons dû changer les instruments EEG. Nous avons donc dû utiliser les outils et le système de Brain Vision à partir du 29^e participant. Les conséquences de ce changement sont minimales. Seulement le traitement des données a été impacté; pour les données de g.tec (en format .mat), nous devons faire une étape supplémentaire au traitement des données de Brain Vision (.bv); soit renommer les différents signaux pour les associer aux mêmes électrodes et aux mêmes marqueurs que celles utilisées avec le casque g.tec.

Les données qualitatives ont été transcrites et traitées à l'aide du logiciel Optimal Workshop afin d'ajouter des tags sur chaque réponse des participants, questions par question.

4.8 Analyses

Vérification des manipulations (Intensité émotionnelle)

Dans un premier temps, nous avons fait des analyses statistiques pour valider la variable indépendante : Intensité émotionnelle. Cette vérification a été testée pour les données auto-déclarées, mais aussi pour les données EEG, en comparant les participants ayant été exposés au stimulus plus fort par rapport aux participants exposés au stimulus émotionnellement plus faible. Les tests statistiques ont été réalisés avec le logiciel Statistical Analysis Software (SAS). Ainsi nous avons testé s'il y avait une différence significative dans les émotions perçues déclarées avec le test des rangs signés de Wilcoxon comme test statistique. Nous avons testé si une différence significative était observée dans l'activité cérébrale en réalisant un test d'ANOVA de type 3 pour effets fixes, avec l'activité cérébrale moyenne dans la bande de fréquence alpha, thêta et beta comme variables dépendantes et l'interaction entre l'Intensité émotionnelle et les électrodes comme variable indépendante. Nous avons utilisé un seuil de signification $p=0.05$ pour ces analyses. Nous avons aussi testé l'effet de l'interaction entre la variable de l'intensité émotionnelle et la valeur des électrodes individuellement, sur les bandes de fréquence alpha, thêta et beta avec une ANOVA de type 3 pour effets fixes et un seuil de signification $p=0.05$.

Engagement cognitif

Afin de tester les hypothèses, nous avons utilisé un modèle de régression linéaire avec intercept aléatoire avec le logiciel Statistical Analysis Software (SAS). Nous avons testé la différence de l'activité cérébrale globale dans les bandes de fréquence Thêta, Alpha et Beta au cours de la première partie de la formation (FP1) et la deuxième partie de la formation (FP2) selon la variable moment (AV ou MIL) et la variable intensité émotionnelle (IB ou IE). Nous avons utilisé un seuil de signification $p=0.05$ pour les analyses.

Transfert d'apprentissages

Les données auto-déclarées comprennent les résultats aux quiz de connaissance qui mesurent le transfert d'apprentissage. Afin de tester l'effet de l'engagement cognitif sur l'apprentissage, nous avons réalisé une régression logistique après avoir transformé les scores des quiz en données binaires selon la médiane avec le logiciel Statistical Analysis Software (SAS). Cette transformation des scores aux quiz en variable catégorielle, vient résoudre le problème de la distribution de ces données, qui ne se suit pas la loi normale. Nous avons donc, testé la différence des scores moyens obtenus aux quiz selon la variable d'engagement cognitif et son interaction avec la variable du moment (AV ou MIL) de la présentation du stimulus émotionnel. L'engagement étant mesuré par les bandes de fréquence Thêta et Alpha, nous avons testé l'effet de Thêta et de Alpha pendant la FP1 selon la condition à laquelle les participants ont été exposés (AV ou MIL), sur le score du premier quiz (Quiz_mid) et les questions Q1, Q2, Q3, Q4 et Q5 individuellement. Puis les mêmes bandes de fréquence pendant la FP2 pour tester l'effet de l'engagement sur le deuxième quiz (Quiz_post) et les questions Q6, Q7, Q8, Q9 et Q10.

Finalement, en raison du non-succès de la vérification de la manipulation de l'intensité émotionnelle, nous n'avons pas été en mesure d'analyser l'effet de l'engagement cognitif sur l'apprentissage lorsque les participants ont été exposés à un stimulus d'intensité élevée ou basse.

De plus, nous avons testé les scores obtenus à chaque question individuellement selon les mêmes variables indépendantes. Nous avons utilisé un seuil de signification $p=0.05$ pour les analyses.

Données socio-démographiques (Sexe et Âge)

Les données à propos du sexe et de l'âge des participants ont aussi été testées comme des variables de contrôle. Les résultats de ces analyses n'indiquent aucune influence significative de ces variables sur les variables dépendantes mesurées.

5. Résultats

5.1 Vérification de la manipulation de l'intensité émotionnelle

Des analyses de vérification des manipulations ont été réalisées avant de procéder à l'analyse des autres résultats. Au seuil de signification $p=0.05$, les résultats ne démontrent pas de différence significative dans les émotions perçues ($Z = 0,5141$ et $p = 0,6101$), lorsque l'on compare les groupes de participants ayant été exposés au stimulus émotionnel fort et au stimulus faible. Pour l'activité cérébrale, les résultats n'indiquent pas de différence significative dans les bandes de fréquence alpha ($F = 0,24$ et $p = 0,6277$), beta ($F = 1,84$ et $p = 0,1755$) ni thêta ($F = 0,02$ et $p = 0,8843$) lorsque l'on compare les participants ayant été exposés au stimuli IE et ceux exposés au IB sans interaction (Voir les moyennes dans le tableau 3). Néanmoins, ils indiquent bel et bien une différence significative dans les bandes de fréquence alpha ($F = 1,65$ et $p = 0,0124$) et thêta ($F = 2,36$ et $p < 0,0001$) lorsque l'on compare les participants ayant été exposés au stimuli IE et ceux exposés au IB en interaction avec la valeur des électrodes individuellement (Voir les moyennes dans le tableau 8 en Annexe 6). Cependant, l'effet de la variable, Intensité émotionnelle sur l'activité cérébrale n'est pas attribuable à une réaction émotionnelle. En effet, la littérature scientifique fait état de l'asymétrie alpha frontale comme un indicateur typique du traitement des émotions (Zhao et al. 2018). Elle se réfère à l'activité électroencéphalographique (EEG) antérieure asymétrique dans la bande alpha (typiquement dans la bande 8-13 Hz). Les émotions sont traitées de manière asymétrique par le cerveau humain et cette asymétrie alpha frontale est donc un indicateur sensible du traitement des émotions, tant sur le plan affectif que motivationnel (Zhao et al., 2018).

Cependant, nous ne constatons pas une telle observation sur les cartes d'activité cérébrales moyennes pendant l'exposition au stimulus émotionnel du témoignage (Voir Annexe 5). La vérification de la manipulation de l'intensité émotionnelle n'étant ainsi pas concluante, cela empêche de tester l'hypothèse H1.

Le tableau suivant (Tableau 3) rapporte les statistiques descriptives des données de l'activité cérébrales pendant le visionnement du stimulus émotionnel, et des données auto-rapportés à propos des émotions perçues durant le stimulus émotionnel.

On remarque que la moyenne de la valence de IB pour les données auto-rapportées est plus grandes que la moyenne de valence de IE. Le témoignage émotionnel IB est ainsi considéré comme ayant une valence plus positive, sans pour autant qu'il n'y ait une différence significative. De plus, l'activation est en moyenne plus élevée pour IE. On peut interpréter de ces statistiques descriptives, que les témoignages sont bien des stimuli qui suscitent bien des émotions chez les participants, mais il n'existe pas de différence significative entre IE et IB sur le plan de l'intensité émotionnelle.

Pour les données EEG, les moyennes des valeurs dans les bandes de fréquence alpha, beta et thêta sont très similaires lorsque l'on prend pour seule variable indépendante l'intensité du stimulus émotionnel.

En revanche, lorsque l'on se penche sur l'interaction entre cette même variable avec la valeur des électrodes individuellement, on remarque les moyennes diffèrent de façon majeure, sur les variables dépendantes alpha et thêta (Voir tableau 8 en Annexe 6).

Tableau 3. Statistiques Descriptives des données EEG et auto-rapportées pendant l'exposition au stimulus émotionnel.

Données EEG				
Variable indépendante	N	Variable dépendante	Moyenne	Écart-Type
	608	Alpha	12,768	40,386

Intensité du stimulus émotionnel Élevée (IE)		Beta	18,874	37,234
		Thêta	13,712	33,253
Intensité du stimulus émotionnel Basse (IB)	576	Alpha	12,791	35,884
		Beta	9,413	29,907
		Thêta	11,786	26,855
Données auto-rapportées				
Variable indépendante	N	Variable dépendante	Moyenne	Écart-Type
Intensité du stimulus émotionnel Élevée (IE)	20	Valence	59	23,571
		Activation	55,15	27,331
Intensité du stimulus émotionnel Basse (IB)	20	Valence	64,8	22,121
		Activation	47,95	26,435

5.2 Statistiques descriptives

Le tableau 4 rapporte les statistiques descriptives des données EEG au cours des deux parties de la formation (FP1 et FP2).

Lorsque l'on compare les moyennes de Alpha FP1, Beta FP1, Thêta FP1 lorsque le stimulus émotionnel a été présenté avant, avec les moyennes respectives de Alpha FP1, Beta FP1 et Thêta FP1 lorsqu'il a été présenté au milieu de la formation, on constate que les moyennes sont plutôt similaires. Ce constat est le même pour les moyennes de la FP2 hormis les moyennes de Thêta. La moyenne de Thêta FP2 lorsque le stimulus a été

présenté avant la formation, semble plus petite que la moyenne de Thêta FP2 lorsque le stimulus est présenté au milieu de la formation.

Tableau 4. Statistiques Descriptives des données EEG pendant la formation.

Variable Indépendante	N	Variable dépendante	Moyenne	Médiane	Écart-Type	
Moment de la présentation du stimulus (moment)	544	Avant la formation (AV)	Alpha FP1	-4,392	-4,059	26,608
		Alpha FP2	-5,215	-8,065	29,755	
		Beta FP1	14,603	10,415	32,061	
		Beta FP2	14,004	10,857	30,977	
		Thêta FP1	20,210	13,154	35,911	
		Thêta FP2	14,641	9,029	31,735	
	640	Au milieu de la formation (MIL)	Alpha FP1	4,572	0,841	33,584
		Alpha FP2	-0,426	-5,016	32,142	
		Beta FP1	7,446	8,233	32,671	
		Beta FP2	9,184	5,903	37,387	
		Thêta FP1	26,617	19,847	32,743	
		Thêta FP2	28,073	21,272	35,045	
Intensité du stimulus émotionnel (Intensité)	608	Élevée (IE)	Alpha FP1	2,567	0,981	32,388
			Alpha FP2	2,509	-2,253	33,356
			Beta FP1	14,442	13,789	33,695
			Beta FP2	17,443	14,109	39,708
			Thêta FP1	23,585	16,211	34,504
			Thêta FP2	25,889	17,319	35,511
	576	Basse (IB)	Alpha FP1	-1,782	-4,101	29,083
			Alpha FP2	-8,046	-9,954	27,643
			Beta FP1	6,807	5,621	30,898
			Beta FP2	5,201	3,087	27,164
			Thêta FP1	23,770	17,148	34,255
			Thêta FP2	17,673	12,520	33,403

Le tableau suivant (Tableau 5) rapporte les statistiques descriptives des scores des participants aux quiz de connaissances administrés au milieu de la formation et après la formation.

On remarque ici que les moyennes et les écarts-types sont très similaires. Les scores des quiz semblent ainsi ne pas varier dépendamment des caractéristiques des stimuli émotionnels auxquels les participants ont été exposés.

Tableau 5. Statistiques descriptives des scores aux quiz de connaissance (avant conversion en variable catégorielle).

Variable Indépendante		N	Variable dépendante	Moyenne	Écart-Type
Intensité du stimulus émotionnel	Élevée (IE)	20	Quiz 1	0,54	0,21
			Quiz 2	0,56	0,22
	Basse (IB)	20	Quiz 1	0,64	0,23
			Quiz 2	0,66	0,26
Moment de la présentation du stimulus émotionnel	Avant la formation (AV)	20	Quiz 1	0,64	0,21
			Quiz 2	0,59	0,24
	Au milieu de la formation (MIL)	20	Quiz 1	0,55	0,23
			Quiz 2	0,62	0,25

5.3 L'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement (H1).

Les analyses de vérification des manipulations ne démontrent pas de différence significative dans les émotions perçues auto-déclarée au seuil de signification $p=0.05$ ($Z = 0,5141$ et $p = 0,6101$), lorsque l'on compare les groupes de participants ayant été exposés au stimulus émotionnel fort et au stimulus faible.

En conséquence, l'hypothèse H1 n'est pas en mesure d'être vérifiée.

Cependant, nous avons tout de même tester l'effet de l'activation émotionnelle perçue auto-déclarée sur l'engagement cognitif. Pour ce faire, une régression linéaire ayant l'activation émotionnelle perçue auto-déclarée pour les participants exposés au stimulus fort et pour les participants exposés au stimulus faible comme variable indépendante, et l'activité cérébrale (bandes de fréquence thêta, alpha) pendant la FP1 et la FP1 comme variable dépendante a été effectué. Les résultats statistiques n'indiquent au seuil de signification $p=0,05$ aucune différence significative dans l'activité cérébrale selon l'activation émotionnelle perçue pour aucun des stimuli émotionnels (ThêtaFP1 : $t = -0,83$ et $p = 0,4107$; ThêtaFP2 : $t = -0,38$ et $p = 0,7076$; AlphaFP1 : $t = 0,05$ et $p = 0,9629$; AlphaFP2 : $t = 0,22$ et $p = 0,8244$).

5.4 L'effet du moment du témoignage sur l'engagement (H2).

L'hypothèse H2 suggère qu'un témoignage émotionnel présenté au milieu de la formation a un effet positif sur l'engagement cognitif envers la formation suivant le témoignage. Une régression linéaire avec intercept aléatoire avec le moment de la présentation avant ou au milieu de la formation comme variable indépendante, et l'activité cérébrale (bandes de fréquence thêta, alpha et beta) pendant la FP2 comme variable dépendante a été effectué.

Les résultats statistiques indiquent qu'il a un effet significatif du moment de la présentation sur l'activité cérébrale dans les ondes thêta pendant la FP2. L'activité de thêta pendant la FP2 est significativement plus basse lorsque la vidéo témoignage a été présentée avant la formation que lorsqu'elle a été présenté au milieu de la formation ($t = -2,24$ et $p = 0,0255$) (Voir figure 7).

En revanche, il n'y a pas de différence significative dans l'activité cérébrale pour les ondes alpha et beta pendant la FP2 selon la variable du moment de la présentation, ni dans les ondes thêta, alpha et beta pendant la FP1.

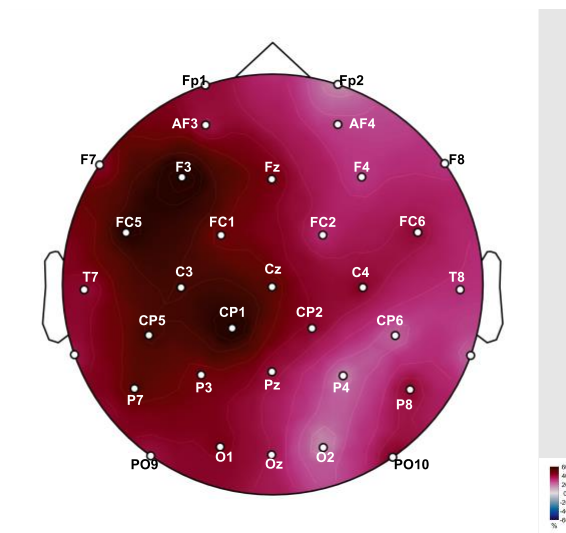


Figure 6. Carte de la différence de l'activité cérébrale moyenne MIL – AV pendant la FP2 (bande de fréquence Thêta)

Ce résultat indique donc qu'il y a eu une augmentation de l'activité cérébrale dans la bande de fréquence thêta au niveau du cortex préfrontal, pour les participants ayant été exposés au stimulus émotionnel au milieu (MIL) de la formation. Cette observation est un indicateur d'un engagement cognitif plus élevé. En effet, l'activité thêta dans le cortex frontal est généralement associé à des fonctions cognitives telles que la mémoire de travail, l'attention soutenue envers une tâche ou encore la résolution de problème (Schack et al., 2002 ; Clayton et al., 2015). La littérature scientifique soutient que l'activité dans la bande frontale thêta augmente en fonction du nombre d'éléments retenus dans la mémoire de travail, ce qui suggère que l'augmentation de la puissance thêta peut refléter l'engagement complet des ressources de la mémoire de travail (Schack et al., 2002). De plus, une étude de Clayton et al., (2015) soutient que l'activité cérébrale thêta dans le cortex frontal est un corrélât oscillatoire robuste des performances cognitives prolongées, telles que l'attention et donc l'engagement cognitif. En effet, la puissance de thêta augmente considérablement pendant les tâches d'attention soutenue ; l'activité thêta est fortement impliquée dans les processus de surveillance et de contrôle cognitifs considérés comme cruciaux pour l'attention soutenue (Clayton et al., 2015).

Lorsque de telles fonctions cognitives sont rassemblées, cela implique que l'individu soit engagé cognitivement envers la tâche qu'il est en train de réaliser. Donc, l'augmentation de l'activité thêta dans le cortex frontal peut être interprétée comme un indicateur d'une l'augmentation de l'engagement cognitif envers une tâche. Ce résultat suggère ainsi que

les stimulus émotionnels, augmentent l'engagement cognitif au cours de la seconde partie de la formation. Ainsi H2 est supportée.

Pour appuyer ce résultat, un participant ayant été exposé au stimulus émotionnel au milieu de la formation (condition MIL_IE) a rapporté avoir été plus engagé après la vidéo témoignage. **P32** : « *Le témoignage, j'ai trouvé ça tellement engageant. Parce que j'étais quand même un peu ennuyé [...] au début, mais après, dès que j'ai vu la femme et elle a raconté son histoire, j'étais beaucoup plus engagée. [...] Ça m'a plus motivé pour se concentrer plus.* »

5.5 L'effet de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissages (H3).

L'hypothèse H3 suggère que l'engagement cognitif a un effet positif sur le transfert d'apprentissages. Afin de tester cette hypothèse, nous avons effectué une régression logistique avec pour variables indépendantes, l'activité cérébrale pendant la première partie de la formation dans la bande de fréquence thêta (ThêtaFP1) et dans la bande de fréquence alpha (AlphaFP1), en interaction avec la variable; moment de la présentation. Puis les variables dépendantes étaient les scores au quiz de la première partie de la formation (Quiz_mid), ainsi que les scores de chaque question individuellement (Q1, Q2, Q3, Q4 et Q5). En plus, nous avons effectué le même modèle statistique, mais avec pour variables indépendantes, ThêtaFP2 et AlphaFP2 en interaction avec le moment de la présentation. Les variables dépendantes étaient alors les scores au quiz de la seconde partie de la formation (Quiz_post), ainsi que les scores de chaque question individuellement (Q6, Q7, Q8, Q9 et Q10).

Les résultats n'indiquent au seuil de signification $p=0.05$, aucune différence significative, ni dans les scores aux quiz (Quiz_pre et Quiz_post), ni dans les scores aux questions individuelles dépendamment de l'engagement cognitif et du moment de la présentation. Cela suggère que l'engagement cognitif n'a pas d'impact significatif sur le transfert d'apprentissage. L'hypothèse H3 n'est donc pas supportée.

6. Discussion

6.1 Sommaire des résultats

Pour résumer, nous n'avons pas été en mesure de tester l'hypothèse H1 qui comprenait la variable d'intensité émotionnelle. L'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement cognitif, n'a pu être testé. En effet, une analyse de vérification des manipulations expérimentales a été effectuée, et il en résulte que les deux témoignages émotionnels, ne sont pas significativement différents quant à leur intensité émotionnelle. Néanmoins, cela ne signifie pas que l'intensité émotionnelle n'a pas d'effet sur les variables dépendantes testées.

L'hypothèse H2 en revanche, a été vérifiée. Le moment de la présentation du stimulus émotionnel semble en effet, jouer un rôle important dans l'engagement cognitif. Le fait de présenter un témoignage émotionnel au milieu de la formation pourrait augmenter l'engagement cognitif chez les apprenants. Cette augmentation se traduit dans cette étude par une activité thêta plus basse, indicateur d'engagement cognitif.

L'hypothèse H3 finalement qui étudiait l'effet de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage n'est dans le cadre de cette étude, pas supportée. Nous n'avons pas trouvé d'effet significatif de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage.

6.2 Contribution théorique

Si la conclusion de l'hypothèse H2 va dans le sens de la littérature, elle ajoute néanmoins une dimension temporelle jusque-là inexplorée. Dubovi et Tabak (2021) notamment expliquent que, quelle que soit la valence de l'engagement émotionnel, l'émotion est liée à un plus grand engagement comportemental et cognitif. Cependant, aucune étude scientifique n'a étudié le moment de la présentation d'un tel stimulus émotionnel. Cela constitue contribution théorique que ce mémoire apporte à la recherche scientifique et académique, en élargissant les connaissances dans le domaine de l'apprentissage en ligne. Plus précisément, ce mémoire rapporte l'effet des émotions sur l'engagement cognitif dans l'apprentissage en ligne. La conception d'une telle expérimentation est assez inédite dans le monde scientifique et elle contribue au corpus de connaissance sur ce domaine en suggérant que la présentation d'un stimulus

émotionnel au milieu d'une formation, augmente l'engagement cognitif des apprenants à son égard.

6.3 Implications managériales

L'implication managériale de ce mémoire est purement pratique. Les résultats et les conclusions fournies peuvent avoir des répercussions directes sur la conception des formations en ligne par les instructeurs des industries ayant la SST pour enjeu. L'étude du rôle de l'engagement cognitif et des émotions sur le transfert d'apprentissage dans un contexte aussi spécifique, a fait émerger des recommandations concrètes et scientifiquement fondées à propos de l'emploi de ces construits psychologiques lors de la fabrication des formations. Dans la mesure où la présentation d'un stimulus émotionnel au milieu d'une formation permet d'augmenter l'engagement cognitif des apprenants, alors il est peut-être judicieux d'appliquer cette technique afin d'augmenter l'engagement des apprenants. Si l'engagement des employés se voit amélioré par l'application des recommandations issues de ce mémoire, alors les statistiques des accidents et des décès au travail, tendront très probablement à diminuer. La portée pratique de ce mémoire peut en somme, être de sauver des vies en réduisant les accidents de travail, évitables grâce à une formation plus engageante sur le plan cognitif.

6.4 Limites et avenues de recherche

Dans l'échec de la vérification de la manipulation, de la variable de l'intensité émotionnelle, réside la plus grande limite de cet article scientifique. Cela peut s'expliquer parce que les stimuli émotionnels ne sont pas significativement différents sur le plan de l'intensité émotionnelle. Nous ne pouvons donc rien conclure à ce sujet. Ainsi dans des futures recherches, il serait pertinent de tester à nouveau l'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement cognitif (H1). Il sera dans ce cas, nécessaire de choisir des stimuli émotionnels différents que ceux utilisés dans cette étude, soient deux stimuli significativement différents quant à leur intensité émotionnelle. Une seconde explication à l'échec de la vérification de la manipulation, pourrait être la taille de l'échantillon trop petite pour pouvoir observer des différences significatives entre les deux stimuli émotionnels.

Une seconde limite de cet article repose dans la mesure du transfert d'apprentissage. Contrairement à la conclusion de notre hypothèse H3, la littérature scientifique rapporte que l'attention ; élément clé de l'engagement cognitif, influence positivement la performance d'apprentissage. (Lackmann et al., 2021). La conclusion de l'hypothèse H3 peut donc inspirer des futures recherches vis-à-vis de l'apprentissage en ligne. Dans cette expérimentation, l'apprentissage n'a été mesuré qu'avec un quiz de connaissance, et la mesure du score a été choisie selon un barème arbitraire. Lorsque l'on regarde les statistiques descriptives des scores des participants on note que très peu de variance en ressort. Il se peut alors que la mesure du transfert d'apprentissage (score aux quiz), ne soit pas suffisamment sensible aux variables testées. De plus, le niveau de difficulté des questions était assez facile. Dans de futures recherches, il serait donc pertinent de tester à nouveau cette hypothèse, mais avec des mesures du transfert d'apprentissage différentes. Comme par exemple, des quiz plus longs et plus difficiles pour une meilleure validité scientifique, ou bien une mesure neurophysiologique, comme un marqueur dans l'activité cérébrale, de l'encodage des informations dans la mémoire à long terme.

6.5 Conclusion

Pour conclure, afin de proposer une formation en ligne dans le contexte de SST, qui soit efficace, il faut se pencher sur l'engagement cognitif. Au cours de la formation, intégrer un stimulus émotionnel, augmente (indépendamment son intensité émotionnelle) significativement l'engagement cognitif. Nous n'avons en revanche pas trouvé d'effet significatif de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage, bien que la littérature scientifique évoque le contraire dans plusieurs études (Lackmann et al., 2021). Cette divergence dans les résultats est probablement attribuable aux limites d'expérimentation de cette étude.

Références

Abdelaziz, M. A., Alaa El Din, M. et Senousy, M. B. (2014). Challenges and issues in building virtual reality-based e-learning system. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 4(4), 320.

Abdelrahman, G., Abdelfattah, S., Wang, Q. et Lin, Y. (2022). *DBE-KT22: A Knowledge Tracing Dataset Based on Online Student Evaluation*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2192747/v1>

Aekanth, S. G. (2023). Transforming E-Learning Through the Use of Virtual and Augmented Reality: A Systematic Review. Dans V. G. Duffy, M. Ziefle, P.-L. P. Rau et M. M. Tseng (dir.), *Human-Automation Interaction: Mobile Computing* (p. 327-346). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10788-7_20

Ahmed, H. M. S. (2010). Hybrid E-Learning Acceptance Model: Learner Perceptions. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 8(2), 313-346. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2010.00259.x>

Ajzen, I. (2005). *Attitudes, Personality and Behaviour*. McGraw-Hill Education (UK).

Alfarsi, G., bin Mohd. Yusof, A., Tawafak, R. M., Iqbal Malik, S., Mathew, R. et Waseem Ashfaque, M. (2020, décembre). *Instructional Use of Virtual Reality in E-Learning Environments*. 2020 IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation (ICATMRI) (p. 1-5). <https://doi.org/10.1109/ICATMRI51801.2020.9398478>

Alharbi, N. M., Athauda, R. I. et Chiong, R. (2018). Empowering collaboration in project-based learning using a scripted environment: lessons learned from analysing instructors' needs. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(3), 381-397. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1473289>

Allen, I. E. et Seaman, J. (2011). *Going the Distance: Online Education in the United States, 2011*. Sloan Consortium (NJI). Sloan Consortium.

<https://eric.ed.gov/?id=ED529948>

Al-Nuaim, H. A. (2012). The Use of Virtual Classrooms in E-learning: A Case Study in King Abdulaziz University, Saudi Arabia. *E-Learning and Digital Media*, 9(2), 211-222. <https://doi.org/10.2304/elea.2012.9.2.211>

Amiti, F. (2020). SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS E-LEARNING. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*, 5(2). <https://doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3313>

Anan, T., Kajiki, S., Oka, H., Fujii, T., Kawamata, K., Mori, K. et Matsudaira, K. (2021). Effects of an Artificial Intelligence–Assisted Health Program on Workers With Neck/Shoulder Pain/Stiffness and Low Back Pain: Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(9), e27535. <https://doi.org/10.2196/27535>

Andreessen, L. M., Gerjets, P., Meurers, D. et Zander, T. O. (2021). Toward neuroadaptive support technologies for improving digital reading: a passive BCI-based assessment of mental workload imposed by text difficulty and presentation speed during reading. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 31(1), 75-104. <https://doi.org/10.1007/s11257-020-09273-5>

Anna Hansch, Lisa Hillers, Katherine McConachie, Christopher Newman, Thomas Schildhauer, et J. Philipp Schmidt. (2015). Video and Online Learning: Critical Reflections and Findings from the Field. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2577882

Apicella, A., Arpaia, P., Frosolone, M., Improta, G., Moccaldi, N. et Pollastro, A. (2022). EEG-based measurement system for monitoring student engagement in learning 4.0. *Scientific Reports*, 12(1), 5857. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09578-y>

Arghode, V. et Wang, J. (2016). Exploring trainers' engaging instructional practices: a collective case study. *European Journal of Training and Development*, 40(2), 111-127. <https://doi.org/10.1108/EJTD-04-2015-0033>

Ballenghein, U., Kaakinen, J. K., Tissier, G. et Baccino, T. (2023). Fluctuation in

cognitive engagement during listening and reading of erotica and horror stories. *Cognition & Emotion*, 37(5), 874-890. <https://doi.org/10.1080/02699931.2023.2215974>

Barati Jozan, M. M., Ghorbani, B. D., Khalid, M. S., Lotfata, A. et Tabesh, H. (2023). Impact assessment of e-trainings in occupational safety and health: a literature review. *BMC Public Health*, 23(1), 1187. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16114-8>

Betella, A. et Verschure, P. F. M. J. (2016). The Affective Slider: A Digital Self-Assessment Scale for the Measurement of Human Emotions. *PLOS ONE*, 11(2), e0148037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148037>

Bhandari, S., Hallowell, M. R. et Correll, J. (2019). Making construction safety training interesting: A field-based quasi-experiment to test the relationship between emotional arousal and situational interest among adult learners. *Safety Science*, 117, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.03.028>

Blume, B., Ford, J., Baldwin, T. et Huang, J. (2010). Transfer of Training: A Meta-Analytic Review. *Journal of Management*, 36, 1065-1105. <https://doi.org/10.1177/0149206309352880>

Borah, M. (2021). Motivation in learning. *Journal of Critical Reviews*, 8(2), 550-552.

Braithwaite, J., Watson, D., Jones, R. et Rowe, M. A. (2013). Guide for Analysing Electrodermal Activity & Skin Conductance Responses for Psychological Experiments. *CTIT technical reports series*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Guide-for-Analysing-Electrodermal-Activity-%26-Skin-Braithwaite-Watson/b99d1f004e4194ac6ef86a86bb0918a11152a01e>

Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O. et Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315-324. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2004.059840>

Cascio, M., Botta, V. et Anzaldi, V. (2013). The role of self efficacy and internal locus of control in online learning. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 9(3). <https://www.learntechlib.org/p/148257/>

Casey, T., Krauss, A. et Turner, N. (2017). The one that got away: Lessons learned from the evaluation of a safety training intervention in the Australian prawn fishing industry. *Safety Science*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.002>

Casey, T., Turner, N., Hu, X. et Bancroft, K. (2021). Making safety training stickier: A richer model of safety training engagement and transfer. *Journal of Safety Research*, 78, 303-313. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.06.004>

Chittaro, L., McLean, C., McLean, G. A. et Zangrando, N. (2018). Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning. *Safety Science*, 102, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.012>

Choi, W. et Jacobs, R. (2011). Influences of Formal Learning, Personal Learning Orientation, and Supportive Learning Environment on Informal Learning. *Human Resource Development Quarterly*, 22, 239-257. <https://doi.org/10.1002/hrdq.20078>

Clayton, M. S., Yeung, N. et Kadosh, R. C. (2015). The roles of cortical oscillations in sustained attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(4), 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.02.004>

Corno, L. et Mandinach, E. B. (1983). The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation. *Educational Psychologist*, 18(2), 88-108. <https://doi.org/10.1080/00461528309529266>

Coulianos, N., Sapalidou, A., Krouska, A., Troussas, C. et Sgouropoulou, C. (2023). *Evaluating E-Learning Process on Virtual Classroom Systems Using an ISO-Based Model*. A. Krouska, C. Troussas et J. Caro (dir.), Cham (p. 33-45). https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_4

Courtemanche, F., Fredette, M., Senecal, S., Leger, P. M., Dufresne, A., Georges, V., et Labonte-lemoyne, E. (2019). *SFN 2019 Presentation: Method of and system for processing signals sensed from a user (U.S. Patent No. 10,368,741)*. <https://www.slideshare.net/PierreMajoriqueLger/sfn-2019-presentation-method-of-and-system-for-processing-signals-sensed-from-a-user-us-patent-no-10368741>

Daft, R. L., Lengel, R. H. et Trevino, L. K. (1987). Message Equivocality, Media Selection, and Manager Performance: Implications for Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 355-366. <https://doi.org/10.2307/248682>

Dekker, S. (2019). *Foundations of Safety Science: A Century of Understanding Accidents and Disasters*. Routledge.

Dubovi, I. et Tabak, I. (2021). Interactions between emotional and cognitive engagement with science on YouTube. *Public Understanding of Science (Bristol, England)*, 30(6), 759-776. <https://doi.org/10.1177/0963662521990848>

Firat, M. (2023). Integrating AI Applications into Learning Management Systems to Enhance e-Learning. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 4(1), 1-14. <https://doi.org/10.52911/ital.1244453>

Fishbein, M. et Raven, B. H. (1962). The AB scales: An operational definition of belief and attitude. *Human Relations*, 15(1), 35-44. <https://doi.org/10.1177/001872676201500104>

Ford, J. K., Baldwin, T. T. et Prasad, J. (2018). Transfer of training: The known and the unknown. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 5, 201-225. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-032117-104443>

Francis, A. (2010, 10 octobre). *Case Study of IBM: Employee Training through E-Learning*. MBA Knowledge Base. <https://www.mbaknol.com/management-case-studies/case-study-of-ibm-employee-training-through-e-learning/>

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. et Paris, A. H. (2004a). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. et Paris, A. H. (2004b). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>

Freifeld, L. (2019, 6 novembre). 2019 Training Industry Report. *Training*.
<https://trainingmag.com/2019-training-industry-report/>

Gasevic, D., Kovanovic, V., Joksimovic, S. et Siemens, G. (2014). Where is research on massive open online courses headed? A data analysis of the MOOC Research Initiative. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(5).
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i5.1954>

Gegenfurtner, A., Könings, K. D., Kosmajac, N. et Gebhardt, M. (2016). Voluntary or mandatory training participation as a moderator in the relationship between goal orientations and transfer of training. *International Journal of Training and Development*, 20(4), 290-301. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12089>

Gerven, F. P., Juhani E. Tuovinen, Huib Tabbers, Pascal W. M. Van. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. Dans *Cognitive Load Theory*. Routledge.

Giesbers, B., Rienties, B., Tempelaar, D. et Gijsselaers, W. (2014). A dynamic analysis of the interplay between asynchronous and synchronous communication in online learning: The impact of motivation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(1), 30-50.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12020>

Goh, C. F., Leong, C. M., Kasmin, K., Hii, P. K. et Tan, O. K. (2017). Students' Experiences, Learning Outcomes and Satisfaction in e-Learning. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 13(2). <https://doi.org/10.20368/1971-8829/144>

Grogan, D. (2015). Disentangling the Threads: Analysing Synchronous Online Discussions. *Creative Education*, 6(3), 338-349. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.63032>

Gunsekera, A. I., Bao, Y. et Kibelloh, M. (2019). The role of usability on e-learning user interactions and satisfaction: a literature review. *Journal of Systems and Information Technology*, 21(3), 368-394. <https://doi.org/10.1108/JSIT-02-2019-0024>

Hase, S. (2009). Heutagogy and e-learning in the workplace: Some challenges and opportunities. *Impact: journal of applied research in workplace e-learning*, 1(1), 43-52.

Hu, P. J.-H. et Hui, W. (2012). Examining the role of learning engagement in technology-mediated learning and its effects on learning effectiveness and satisfaction. *Decision Support Systems*, 53(4), 782-792. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.014>

Huang, J. L. et Bramble, R. J. (2016). Trait, state, and task-contingent conscientiousness: Influence on learning and transfer. *Personality and Individual Differences*, 92, 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.12.043>

Ingvavara, T., Panjaburee, P., Srisawasdi, N. et Sajjanroj, S. (2022). The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated online learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100086. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100086>

Irfandi, I., Festiyed, F., Yerimadesi, Y. et Sudarma, T. F. (2023). THE USE OF LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS) IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS : LITERATURE REVIEW. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 81-90. <https://doi.org/10.24114/jpf.v12i1.42270>

Kanfer, R. (1990). Motivation and individual differences in learning: An integration of developmental, differential and cognitive perspectives. *Learning and Individual Differences*, 2, 221-239. [https://doi.org/10.1016/1041-6080\(90\)90023-A](https://doi.org/10.1016/1041-6080(90)90023-A)

Kanfer, R. et Ackerman, P. L. (1989). Motivation and cognitive abilities: An integrative/aptitude-treatment interaction approach to skill acquisition. *Journal of Applied Psychology*, 74, 657-690. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.74.4.657>

Kim, J., Lee, A. et Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(5), 450-461. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2013.03.001>

Kozubal, M., Szuster, A. et Wielgopalan, A. (2023). Emotional régulation strategies in daily life : the intensity of emotions and regulation choice. Dans *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1218694>

Krauss, A. (2005). The transfer problem : examining the direct and interactive effects of safety training transfer climate and work locus of control on the transfer of safety training /.

Krauss, A., Casey, T. et Chen, P. Y. (2014). Making Safety Training Stick. Dans *Contemporary Occupational Health Psychology* (p. 181-197). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118713860.ch12>

Lackmann, S., Léger, P.-M., Charland, P., Aubé, C. et Talbot, J. (2021). The Influence of Video Format on Engagement and Performance in Online Learning. *Brain Sciences*, *11*(2), 128. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020128>

Larsen, R. J. et Diener, E. (1987). Affect intensity as an individual difference characteristic: A review. *Journal of Research in Personality*, *21*(1), 1-39. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(87\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0092-6566(87)90023-7)

Lau, R. W. H., Yen, N. Y., Li, F. et Wah, B. (2014). Recent development in multimedia e-learning technologies. *World Wide Web*, *17*(2), 189-198. <https://doi.org/10.1007/s11280-013-0206-8>

Lellis. (2021, 12 janvier). *8 Ways to Cut EHS Costs Without Compromising Safety*. <https://www.perillon.com/blog/8-ways-to-cut-ehs-costs-without-compromising-safety>

Liang, Z., Zhou, K. et Gao, K. (2019). Development of Virtual Reality Serious Game for Underground Rock-Related Hazards Safety Training. *IEEE Access*, *7*, 118639-118649. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2934990>

Lingappa, A. K., Kiran K, K. et Oommen Mathew, A. (2020). Safety training transfer in chemical manufacturing: The role of personality traits and learning motivation. *Cogent Business & Management*, *7*(1), 1835335. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1835335>

Liu, S., Liu, S., Liu, Z., Peng, X. et Yang, Z. (2022). Automated detection of emotional and cognitive engagement in MOOC discussions to predict learning achievement. *Computers & Education*, *181*, 104461. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104461>

Maglapuz, S. et Lacatan, L. (2019). Academic Management Android Application For Student Performance Analytics: A Comprehensive Evaluation Using Iso 25010:2011. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8. <https://doi.org/10.35940/ijitee.L2735.1081219>

Mangowal, R., Yuhana, U., Yuniarno, E. mulyanto et Hery Purnomo, M. (2017, 1 avril). *MathBharata: A serious game for motivating disabled students to study mathematics* (p. 1-6). <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939277>

Martins, L. B., Zerbini, T. et Medina Díaz, F. J. (2019). Impact of online training on behavioral transfer and job performance in a large organization. <https://doi.org/10.5093/jwop2019a4>

Martins, L. B., Zerbini, T. et Medina, F. J. (2018). Learning strategies scale: adaptation to Portuguese and factor structure. *Psicologia, Reflexão e Crítica : revista semestral do Departamento de Psicologia da UFRGS*, 31, 12. <https://doi.org/10.1186/s41155-018-0092-1>

Martins, L. B., Zerbini, T. et Medina, F. J. (2019). Impact of online training on behavioral transfer and job performance in a large organization. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 35(1), 27-37.

Mayer, R. E. (2020). Searching for the role of emotions in e-learning. *Learning and Instruction*, 70, 101213. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.010>

Moubayed, A., Injadat, M., Nassif, A. B., Lutfiyya, H. et Shami, A. (2018). E-Learning: Challenges and Research Opportunities Using Machine Learning & Data Analytics. *IEEE Access*, 6. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2851790>

Murphy, P. K. et Mason, L. (2006). Changing Knowledge and Beliefs. Dans *Handbook of educational psychology* (p. 305-324). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Murtaza, M., Ahmed, Y., Shamsi, J. A., Sherwani, F. et Usman, M. (2022). AI-Based Personalized E-Learning Systems: Issues, Challenges, and Solutions. *IEEE Access*, 10, 81323-81342. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193938>

Nadine Diaz-Infante, Michael Lazar, Samvitha Ram, Nadine Diaz-Infante, et Austin Ray. (2020, 20 juillet). *Growth in online education. Are providers ready?* | McKinsey. <https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/demand-for-online-education-is-growing-are-providers-ready>

Neal Yadav. (2023, 21 juin). *Workplace Safety Training Market is expected to represent Significant CAGR of +12% by 2030 Major Players – HSI, Kitaboo, eSafety.* <https://www.linkedin.com/pulse/workplace-safety-training-market-expected-represent-cagr-neal-yadav>

Ning, H., Wang, H., Wang, W., Ye, X., Ding, J. et Backlund, P. (2021, décembre). *A Review on Serious Games in E-learning.* 2021 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI) (p. 01-08). <https://doi.org/10.1109/SSCI50451.2021.9659885>

Noe, R. A., Clarke, A. D. M. et Klein, H. J. (2014). Learning in the Twenty-First-Century Workplace. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1(1), 245-275. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-031413-091321>

Oliveira, P. C. de, Cunha, C. J. C. de A. et Nakayama, M. K. (2016). LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS (LMS) AND E-LEARNING MANAGEMENT: AN INTEGRATIVE REVIEW AND RESEARCH AGENDA. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 13, 157-180. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752016000200001>

Panigrahi, R., Srivastava, P. R. et Panigrahi, P. K. (2020). Effectiveness of e-learning: the mediating role of student engagement on perceived learning effectiveness. *Information Technology & People*, 34(7), 1840-1862. <https://doi.org/10.1108/ITP-07-2019-0380>

Pentaraki, A. et Burkholder, G. J. (2017). Emerging Evidence Regarding the Roles of Emotional, Behavioural, and Cognitive Aspects of Student Engagement in the Online Classroom. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 20(1), 1-21. <https://doi.org/10.1515/eurodl-2017-0001>

Poggi, I. (2008). *La mente del cuore. Le emozioni nel lavoro, nella scuola, nella vita.*

Armando Editore.

Poon, W. C., Kunchambo, V. et Koay, K. Y. (2022). E-Learning Engagement and Effectiveness during the COVID-19 Pandemic: The Interaction Model. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 0(0), 1-15. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2119659>

Rahayu, N. W., Ferdiana, R. et Kusumawardani, S. S. (2022). A systematic review of ontology use in E-Learning recommender system. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100047>

Rawashdeh, A. Z. A., Mohammed, E. Y., Arab, A. R. A., Alara, M. et Al-Rawashdeh, B. (2021). Advantages and Disadvantages of Using e-Learning in University Education: Analyzing Students' Perspectives. *Electronic Journal of E-Learning*, 19(3), 107-117. <https://doi.org/10.34190/ejel.19.3.2168>

Ricci, F., Chiesi, A., Bisio, C., Panari, C. et Pelosi, A. (2016). Effectiveness of occupational health and safety training: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Workplace Learning*, 28(6), 355-377. <https://doi.org/10.1108/JWL-11-2015-0087>

Richardson, J. C. et Newby, T. (2006). The Role of Students' Cognitive Engagement in Online Learning. *American Journal of Distance Education*, 20(1), 23-37. https://doi.org/10.1207/s15389286ajde2001_3

Rodgers, T. (2008). Student engagement in the e-learning process and the impact on their grades. *International Journal of Cyber Society and Education*, 1(2), 143-156.

Rotgans, J. I. et Schmidt, H. G. (2011). Cognitive engagement in the problem-based learning classroom. *Advances in Health Sciences Education*, 16(4), 465-479. <https://doi.org/10.1007/s10459-011-9272-9>

Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

- Sabine et Beate. (2005). An Evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues*.
- Schack, B., Vath, N., Petsche, H., Geissler, H.-G. et Möller, E. (2002). Phase-coupling of theta-gamma EEG rhythms during short-term memory processing. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 44(2), 143-163. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(01\)00199-4](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(01)00199-4)
- Schrire, S. et Levy, D. (2012, 26 juin). *Troubleshooting MOOCs: The Case of a Massive Open Online Course at a College of Education*.
- Skiba, D. (2013). On the horizon: the year of the MOOCs. *Nursing education perspectives*, 34, 136-7. <https://doi.org/10.5480/1536-5026-34.2.136>
- Smiley, W. et Anderson, R. (2011). Measuring Students' Cognitive Engagement on Assessment Tests: A Confirmatory Factor Analysis of the Short Form of the Cognitive Engagement Scale. *Research & Practice in Assessment*, 6, 17-28.
- Smith, G. W. (2018). *Paper Safe: The Triumph of Bureaucracy in Safety Management*. Wayland Legal Pty Limited.
- Spector, P. E. (1988). Development of the Work Locus of Control Scale. *Journal of Occupational Psychology*, 61(4), 335-340. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1988.tb00470.x>
- Sun, P.-C. et Cheng, H. K. (2007). The design of instructional multimedia in e-Learning: A Media Richness Theory-based approach. *Computers & Education*, 49(3), 662-676. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.016>
- Tan, A. J. Q., Lau, C. C. S. et Liaw, S. Y. (2017, septembre). *Paper title: Serious games in nursing education: An integrative review*. 2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-GAMES) (p. 187-188). <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2017.8056599>
- Trevino, L. K., Lengel, R. H. et Daft, R. L. (1987). Media Symbolism, Media Richness,

and Media Choice in Organizations: A Symbolic Interactionist Perspective. *Communication Research*, 14(5), 553-574. <https://doi.org/10.1177/009365087014005006>

Tsaramirsis, G., Buhari, S., Al-Shammari, K., Ghazi, S., Haja Nazmudeen, M. S. et Tsaramirsis, K. (2016, 31 octobre). *Towards simulation of the classroom learning experience: Virtual reality approach.*

Tsolis, D., Kampana, S., Christia, P. et Tsakalidis, A. (2011). An adaptive & personalized mobile e-learning platform, 35-42.

Tucker, S. et Keefe, A. (2022). *2022 Report on Work Fatality and Injury Rates in Canada.* University of Regina. https://www.uregina.ca/business/faculty-staff/faculty/file_download/2022-Report-on-Workplace-Fatalities-and-Injuries-April-28-FINAL.pdf

Voudoukis, N. et Pagiatakis, G. (2022). Massive Open Online Courses (MOOCs): Practices, Trends, and Challenges for the Higher Education. *European Journal of Education and Pedagogy*, 3(3), 288-295. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2022.3.3.365>

Walker, C. O., Greene, B. A. et Mansell, R. A. (2006). Identification with academics, intrinsic/extrinsic motivation, and self-efficacy as predictors of cognitive engagement. *Learning and Individual Differences*, 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.06.004>

Wang, M.-T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L. et Linn, J. S. (2016). The Math and Science Engagement Scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16-26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008>

Wang, Y. et Minor, M. (2008). Validity, reliability, and applicability of psychophysiological techniques in marketing research. *Psychology and Marketing*, 25, 197-232. <https://doi.org/10.1002/mar.20206>

Wardani, R., Jati, H., Nurkhamid, Indrihapsari, Y., Setialana, P., Budiyanto, A. M. et Ardiansyah, M. N. (2021). Improving online learning interactivity with 3D virtual

classroom models. *Journal of Physics: Conference Series*, 2111(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2111/1/012028>

You, J. W. (2015). Examining the Effect of Academic Procrastination on Achievement Using LMS Data in E-Learning. *Educational Technology & Society*, 18(3), 64-74.

Za, S. et Braccini, A. M. (2012, 15 février). *Designing 3D Virtual World Platforms for E-Learning Services. New Frontiers of Organizational Training*. Lecture Notes in Business Information Processing (vol. 103, p. 284-296). https://doi.org/10.1007/978-3-642-28227-0_21

Zalat, M. M., Hamed, M. S. et Bolbol, S. A. (2021). The experiences, challenges, and acceptance of e-learning as a tool for teaching during the COVID-19 pandemic among university medical staff. *PLOS ONE*, 16(3), e0248758. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248758>

Zhang, R., Bi, N. C. et Mercado, T. (2023). Do zoom meetings really help? A comparative analysis of synchronous and asynchronous online learning during Covid-19 pandemic. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 210-217. <https://doi.org/10.1111/jcal.12740>

Zhao, G., Zhang, Y., Ge, Y., Zheng, Y., Sun, X. et Zhang, K. (2018). Asymmetric hemisphere activation in tenderness: evidence from EEG signals. *Scientific Reports*, 8(1), 8029. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26133-w>

Zhu, M., Sari, A. R. et Lee, M. M. (2020). A comprehensive systematic review of MOOC research: Research techniques, topics, and trends from 2009 to 2019. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1685-1710. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09798-x>

Conclusion

Ce mémoire, axé sur l'exploration du rôle des émotions et de l'engagement cognitif dans l'apprentissage en ligne dans le contexte de la santé et de la sécurité au travail, a cherché à déterminer la manière dont les composantes émotionnelles influencent l'efficacité des formations de SST délivrées à distance. La pertinence de cette étude est ancrée dans le contexte actuel où les industries qui comportent des métiers dangereux, connaît un trop grand nombre d'accidents et de décès au travail. Avec l'émergence des formations à distance et les défis grandissants qui y sont rattachés, l'investigation de solutions alternatives pour améliorer leur efficacité et donc l'adoption de comportements appris au cours de ces formations est devenue un enjeu majeur.

Dans un premier temps, l'objectif de ce mémoire était de faire état du e-learning aujourd'hui, et de décrire les enjeux qui en découlent. De plus, un objectif était de rapporter les connaissances scientifiques actuelles à propos des formations en ligne, mais aussi des différents facteurs qui exercent une influence sur cette pratique d'apprentissage. Pour ce faire, la première partie du mémoire est une revue de littérature qui tâche de définir le e-learning dans un contexte de SST, dans un contexte professionnel plus général et enfin dans un contexte académique. Ensuite, elle rapporte la littérature scientifique des formations en ligne. Elle rapporte ainsi les tendances actuelles de cette méthode d'apprentissage, décrit les caractéristiques des formations en ligne qui varient selon leur conception et détaille les caractéristiques des formations et des apprenants qui influencent l'efficacité de l'apprentissage.

Dans un second temps, ce mémoire se compose d'une étude scientifique qui, se servant de la revue de littérature du précédent chapitre, explore le rôle des émotions et de l'engagement cognitif sur l'apprentissage en ligne dans le contexte de la SST. Pour ce faire, l'article scientifique rapporte une expérimentation en laboratoire réalisée pour répondre aux objectifs de recherche, et ainsi apporter une contribution pratique et théorique à l'exercice du e-learning en SST.

L'approche méthodologique adoptée pour atteindre cet objectif a combiné des mesures neurophysiologiques, comme l'EEG et des évaluations auto-déclarées pour capturer l'apprentissage, mais aussi la réponse des participants face à différents stimuli émotionnels. Ces stimuli, variant en intensité et selon moment de leur présentation, cherchaient à provoquer un engagement cognitif et émotionnel de la part des apprenants envers la formation.

Questions de recherche

Nous avons cherché à comprendre comment l'intégration d'éléments émotionnels au cours des formations, font émerger un engagement cognitif au cours de la formation. De plus, nous avons cherché à comprendre comment cela pouvait influencer l'apprentissage et la rétention d'information chez les apprenants. Les questions spécifiques abordées étaient :

Q1. Dans quelles mesures les émotions impactent l'engagement cognitif, dans un contexte d'apprentissage en ligne ?

Q2. Dans quelles mesures l'engagement cognitif peut-il favoriser l'apprentissage chez les employés des métiers dangereux ?

Principaux résultats

Les résultats indiquent que la présentation d'un stimulus émotionnel positionné stratégiquement au milieu de la formation augmente l'engagement cognitif des apprenants vis-à-vis de la formation. En pratique, cela peut se traduire par un regain d'engagement. Lorsque les apprenants débutent la formation, ils sont engagés envers le contenu qui leur est adressé, puis naturellement l'engagement baisse. Alors, proposer un stimulus émotionnel au cours de la formation, tel qu'une vidéo témoignage comme dans le cadre de ce mémoire, augmente l'engagement, favorisant l'impact de la formation sur les apprenants. Un autre résultat concerne l'impact de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage. Les résultats de l'expérimentation réalisée dans ce mémoire n'indiquent pas d'effet significatif de l'engagement cognitif sur l'apprentissage. Finalement, l'effet de l'intensité émotionnelle du stimulus sur l'engagement

Contributions théoriques et implications pratiques

La première contribution de ce mémoire est purement pratique. Les résultats et les conclusions fournies peuvent avoir des répercussions directes sur la conception des formations en ligne par les instructeurs des industries ayant la SST pour enjeu. L'étude du rôle de l'engagement cognitif et des émotions sur le transfert d'apprentissage dans un contexte aussi spécifique, a fait émerger des recommandations concrètes et scientifiquement fondées à propos de l'emploi de ces construits psychologiques lors du design des formations. Dans la mesure où la présentation d'un stimulus émotionnel au milieu d'une formation permet d'augmenter l'engagement cognitif des apprenants, alors il est peut-être judicieux d'appliquer cette technique afin d'augmenter l'engagement des apprenants. Si l'engagement des employés se voit amélioré par l'application des recommandations issues de ce mémoire, alors les statistiques des accidents et des décès au travail, tendront très probablement à diminuer. La portée pratique de ce mémoire peut en somme, être de sauver des vies en réduisant les accidents de travail, évitables grâce à une formation plus engageante sur le plan cognitif.

Une seconde contribution, plus théorique, est que ce mémoire apporte à la recherche scientifique et académique un élargissement des connaissances dans le domaine de l'apprentissage en ligne. Plus précisément, ce mémoire rapporte l'effet des émotions sur l'engagement dans l'apprentissage en ligne. La conception d'une telle expérimentation est assez inédite dans le monde scientifique et elle contribue au corpus de connaissance sur ce domaine en suggérant que la présentation d'un stimulus émotionnel au milieu d'une formation, augmente l'engagement cognitif.

Limites de l'étude et pistes pour des recherches futures

L'une des questions de recherche concernait le rôle de l'intensité émotionnelle sur l'engagement cognitif. Pourtant parce que les stimuli émotionnelles ne sont pas significativement différents sur le plan de l'intensité, nous ne pouvons rien conclure à ce sujet. Il s'agit ici d'une limite majeure à l'expérimentation de ce mémoire. Ainsi dans des futures recherches, il serait pertinent de tester à nouveau l'effet de l'intensité émotionnelle sur l'engagement cognitif, mais aussi l'interaction de l'intensité émotionnelle et du moment de la présentation sur l'engagement cognitif. Il sera alors nécessaire de choisir

des stimuli émotionnels différents que ceux utilisés dans cette étude, soient deux stimuli significativement différents quant à leur intensité émotionnelle.

Un autre construit clef dans ce mémoire est le transfert d'apprentissage. Ce dernier n'a été mesuré qu'avec un quiz de connaissance, et la mesure du score a été choisie selon un barème arbitraire. Lorsque l'on regarde les statistiques descriptives des scores des participants on ne note que très peu de variance entre les réponses des participants. Il se peut alors que la mesure du transfert d'apprentissage (score aux quiz), ne soit pas suffisamment sensible aux variables testées. De plus, le niveau de difficulté des questions était assez facile. Dans de futures recherches, il serait donc pertinent de tester à nouveau le rôle de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage, mais avec des mesures différentes. Comme par exemple, des quiz plus longs et difficiles qui peuvent permettre une meilleure validité scientifique. Ou encore une mesure neurophysiologique, comme un marqueur dans l'activité cérébrale, de l'encodage des informations dans la mémoire à long terme.

Conclusion

Pour conclure, ce mémoire apporte une contribution significative à la compréhension de l'impact des émotions et de l'engagement cognitif dans l'apprentissage en ligne, particulièrement dans le domaine de la santé et de la sécurité au travail. Les résultats suggèrent que l'intégration de stimuli émotionnels à un moment stratégique, peut renforcer l'engagement cognitif envers la formation. Bien que l'expérimentation n'ait pas mis en évidence un effet significatif de l'engagement cognitif sur le transfert d'apprentissage, les recommandations pratiques issues de cette étude offrent une voie prometteuse pour la conception de formations en ligne plus efficaces et engageantes. La limite concernant l'intensité émotionnelle des stimuli offre une direction claire pour les recherches futures, qui pourraient affiner notre compréhension de ces dynamiques. En fin de compte, ce travail souligne l'importance d'une formation innovante qui, au-delà de transmettre des connaissances, cherche à impliquer émotionnellement et cognitivement les apprenants pour une meilleure prévention des risques professionnels.

Bibliographie

Abdelaziz, M. A., Alaa El Din, M. et Senousy, M. B. (2014). Challenges and issues in building virtual reality-based e-learning system. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 4(4), 320.

Abdelrahman, G., Abdelfattah, S., Wang, Q. et Lin, Y. (2022). *DBE-KT22: A Knowledge Tracing Dataset Based on Online Student Evaluation*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2192747/v1>

Aekanth, S. G. (2023). Transforming E-Learning Through the Use of Virtual and Augmented Reality: A Systematic Review. Dans V. G. Duffy, M. Ziefle, P.-L. P. Rau et M. M. Tseng (dir.), *Human-Automation Interaction: Mobile Computing* (p. 327-346). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10788-7_20

Ahmed, H. M. S. (2010). Hybrid E-Learning Acceptance Model: Learner Perceptions. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 8(2), 313-346. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2010.00259.x>

Ajzen, I. (2005). *Attitudes, Personality and Behaviour*. McGraw-Hill Education (UK).

Alfarsi, G., bin Mohd. Yusof, A., Tawafak, R. M., Iqbal Malik, S., Mathew, R. et Waseem Ashfaque, M. (2020, décembre). *Instructional Use of Virtual Reality in E-Learning Environments*. 2020 IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation (ICATMRI) (p. 1-5). <https://doi.org/10.1109/ICATMRI51801.2020.9398478>

Alharbi, N. M., Athauda, R. I. et Chiong, R. (2018). Empowering collaboration in project-based learning using a scripted environment: lessons learned from analysing instructors' needs. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(3), 381-397. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1473289>

Allen, I. E. et Seaman, J. (2011). *Going the Distance: Online Education in the United States, 2011*. Sloan Consortium (NJ). Sloan Consortium.

<https://eric.ed.gov/?id=ED529948>

Al-Nuaim, H. A. (2012). The Use of Virtual Classrooms in E-learning: A Case Study in King Abdulaziz University, Saudi Arabia. *E-Learning and Digital Media*, 9(2), 211-222. <https://doi.org/10.2304/elea.2012.9.2.211>

Amiti, F. (2020). SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS E-LEARNING. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*, 5(2). <https://doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3313>

Anan, T., Kajiki, S., Oka, H., Fujii, T., Kawamata, K., Mori, K. et Matsudaira, K. (2021). Effects of an Artificial Intelligence–Assisted Health Program on Workers With Neck/Shoulder Pain/Stiffness and Low Back Pain: Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(9), e27535. <https://doi.org/10.2196/27535>

Andreessen, L. M., Gerjets, P., Meurers, D. et Zander, T. O. (2021). Toward neuroadaptive support technologies for improving digital reading: a passive BCI-based assessment of mental workload imposed by text difficulty and presentation speed during reading. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 31(1), 75-104. <https://doi.org/10.1007/s11257-020-09273-5>

Anna Hansch, Lisa Hillers, Katherine McConachie, Christopher Newman, Thomas Schildhauer, et J. Philipp Schmidt. (2015). Video and Online Learning: Critical Reflections and Findings from the Field. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2577882

Apicella, A., Arpaia, P., Frosolone, M., Improta, G., Moccaldi, N. et Pollastro, A. (2022). EEG-based measurement system for monitoring student engagement in learning 4.0. *Scientific Reports*, 12(1), 5857. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09578-y>

Arghode, V. et Wang, J. (2016). Exploring trainers' engaging instructional practices: a collective case study. *European Journal of Training and Development*, 40(2), 111-127. <https://doi.org/10.1108/EJTD-04-2015-0033>

Ballenghein, U., Kaakinen, J. K., Tissier, G. et Baccino, T. (2023). Fluctuation in

cognitive engagement during listening and reading of erotica and horror stories. *Cognition & Emotion*, 37(5), 874-890. <https://doi.org/10.1080/02699931.2023.2215974>

Barati Jozan, M. M., Ghorbani, B. D., Khalid, M. S., Lotfata, A. et Tabesh, H. (2023). Impact assessment of e-trainings in occupational safety and health: a literature review. *BMC Public Health*, 23(1), 1187. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16114-8>

Betella, A. et Verschure, P. F. M. J. (2016a). The Affective Slider: A Digital Self-Assessment Scale for the Measurement of Human Emotions. *PLOS ONE*, 11(2), e0148037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148037>

Betella, A. et Verschure, P. F. M. J. (2016b). The affective slider: A digital self-assessment scale for the measurement of human emotions. *PLoS ONE*, 11(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148037>

Bhandari, S., Hallowell, M. R. et Correll, J. (2019). Making construction safety training interesting: A field-based quasi-experiment to test the relationship between emotional arousal and situational interest among adult learners. *Safety Science*, 117, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.03.028>

Blume, B., Ford, J., Baldwin, T. et Huang, J. (2010). Transfer of Training: A Meta-Analytic Review. *Journal of Management*, 36, 1065-1105. <https://doi.org/10.1177/0149206309352880>

Borah, M. (2021). Motivation in learning. *Journal of Critical Reviews*, 8(2), 550-552.

Braithwaite, J., Watson, D., Jones, R. et Rowe, M. A. (2013). Guide for Analysing Electrodermal Activity & Skin Conductance Responses for Psychological Experiments. *CTIT technical reports series*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Guide-for-Analysing-Electrodermal-Activity-%26-Skin-Braithwaite-Watson/b99d1f004e4194ac6ef86a86bb0918a11152a01e>

Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O. et Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315-324. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2004.059840>

Cascio, M., Botta, V. et Anzaldi, V. (2013). The role of self efficacy and internal locus of control in online learning. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 9(3). <https://www.learntechlib.org/p/148257/>

Casey, T., Krauss, A. et Turner, N. (2017). The one that got away: Lessons learned from the evaluation of a safety training intervention in the Australian prawn fishing industry. *Safety Science*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.002>

Casey, T., Turner, N., Hu, X. et Bancroft, K. (2021). Making safety training stickier: A richer model of safety training engagement and transfer. *Journal of Safety Research*, 78, 303-313. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.06.004>

Chittaro, L., McLean, C., McLean, G. A. et Zangrando, N. (2018). Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning. *Safety Science*, 102, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.012>

Choi, W. et Jacobs, R. (2011). Influences of Formal Learning, Personal Learning Orientation, and Supportive Learning Environment on Informal Learning. *Human Resource Development Quarterly*, 22, 239-257. <https://doi.org/10.1002/hrdq.20078>

Clayton, M. S., Yeung, N. et Kadosh, R. C. (2015). The roles of cortical oscillations in sustained attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(4), 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.02.004>

Corno, L. et Mandinach, E. B. (1983). The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation. *Educational Psychologist*, 18(2), 88-108. <https://doi.org/10.1080/00461528309529266>

Coulianos, N., Sapalidou, A., Krouska, A., Troussas, C. et Sgouropoulou, C. (2023). *Evaluating E-Learning Process on Virtual Classroom Systems Using an ISO-Based Model*. A. Krouska, C. Troussas et J. Caro (dir.), Cham (p. 33-45). https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_4

Courtemanche, F., Fredette, M., Senecal, S., Leger, P. M., Dufresne, A., Georges, V., et Labonte-lemoyne, E. (2019). *SFN 2019 Presentation: Method of and system for*

processing signals sensed from a user (U.S. Patent No. 10,368,741).
<https://www.slideshare.net/PierreMajoriqueLger/sfn-2019-presentation-method-of-and-system-for-processing-signals-sensed-from-a-user-us-patent-no-10368741>

Daft, R. L., Lengel, R. H. et Trevino, L. K. (1987). Message Equivocality, Media Selection, and Manager Performance: Implications for Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 355-366. <https://doi.org/10.2307/248682>

Dekker, S. (2019). *Foundations of Safety Science: A Century of Understanding Accidents and Disasters*. Routledge.

Dubovi, I. et Tabak, I. (2021). Interactions between emotional and cognitive engagement with science on YouTube. *Public Understanding of Science (Bristol, England)*, 30(6), 759-776. <https://doi.org/10.1177/0963662521990848>

Firat, M. (2023). Integrating AI Applications into Learning Management Systems to Enhance e-Learning. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 4(1), 1-14. <https://doi.org/10.52911/itall.1244453>

Fishbein, M. et Raven, B. H. (1962). The AB scales: An operational definition of belief and attitude. *Human Relations*, 15(1), 35-44. <https://doi.org/10.1177/001872676201500104>

Ford, J. K., Baldwin, T. T. et Prasad, J. (2018). Transfer of training: The known and the unknown. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 5, 201-225. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-032117-104443>

Francis, A. (2010, 10 octobre). *Case Study of IBM: Employee Training through E-Learning*. MBA Knowledge Base. <https://www.mbaknol.com/management-case-studies/case-study-of-ibm-employee-training-through-e-learning/>

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. et Paris, A. H. (2004a). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. et Paris, A. H. (2004b). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>

Freifeld, L. (2019, 6 novembre). 2019 Training Industry Report. *Training*. <https://trainingmag.com/2019-training-industry-report/>

Gasevic, D., Kovanovic, V., Joksimovic, S. et Siemens, G. (2014). Where is research on massive open online courses headed? A data analysis of the MOOC Research Initiative. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(5). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i5.1954>

Gegenfurtner, A., Könings, K. D., Kosmajac, N. et Gebhardt, M. (2016). Voluntary or mandatory training participation as a moderator in the relationship between goal orientations and transfer of training. *International Journal of Training and Development*, 20(4), 290-301. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12089>

Gerven, F. P., Juhani E. Tuovinen, Huib Tabbers, Pascal W. M. Van. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. Dans *Cognitive Load Theory*. Routledge.

Giesbers, B., Rienties, B., Tempelaar, D. et Gijsselaers, W. (2014). A dynamic analysis of the interplay between asynchronous and synchronous communication in online learning: The impact of motivation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(1), 30-50. <https://doi.org/10.1111/jcal.12020>

Goh, C. F., Leong, C. M., Kasmin, K., Hii, P. K. et Tan, O. K. (2017). Students' Experiences, Learning Outcomes and Satisfaction in e-Learning. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 13(2). <https://doi.org/10.20368/1971-8829/144>

Grogan, D. (2015). Disentangling the Threads: Analysing Synchronous Online Discussions. *Creative Education*, 6(3), 338-349. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.63032>

Gunasekera, A. I., Bao, Y. et Kibelloh, M. (2019). The role of usability on e-learning user interactions and satisfaction: a literature review. *Journal of Systems and Information*

Technology, 21(3), 368-394. <https://doi.org/10.1108/JSIT-02-2019-0024>

Hase, S. (2009). Heutagogy and e-learning in the workplace: Some challenges and opportunities. *Impact: journal of applied research in workplace e-learning*, 1(1), 43-52.

Hu, P. J.-H. et Hui, W. (2012). Examining the role of learning engagement in technology-mediated learning and its effects on learning effectiveness and satisfaction. *Decision Support Systems*, 53(4), 782-792. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.014>

Huang, J. L. et Bramble, R. J. (2016). Trait, state, and task-contingent conscientiousness: Influence on learning and transfer. *Personality and Individual Differences*, 92, 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.12.043>

Ingvavara, T., Panjaburee, P., Srisawasdi, N. et Sajjanroj, S. (2022). The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated online learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100086. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100086>

Irfandi, I., Festiyed, F., Yerimadesi, Y. et Sudarma, T. F. (2023). THE USE OF LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS) IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS : LITERATURE REVIEW. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 81-90. <https://doi.org/10.24114/jpf.v12i1.42270>

Kanfer, R. (1990). Motivation and individual differences in learning: An integration of developmental, differential and cognitive perspectives. *Learning and Individual Differences*, 2, 221-239. [https://doi.org/10.1016/1041-6080\(90\)90023-A](https://doi.org/10.1016/1041-6080(90)90023-A)

Kanfer, R. et Ackerman, P. L. (1989). Motivation and cognitive abilities: An integrative/aptitude-treatment interaction approach to skill acquisition. *Journal of Applied Psychology*, 74, 657-690. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.74.4.657>

Kim, J., Lee, A. et Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(5), 450-461. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2013.03.001>

Kozubal, M., Szuster, A. et Wielgopalan, A. (2023). Emotional régulation strategies in daily life : the intensity of emotions and regulation choice. Dans *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1218694>

Krauss, A. (2005). The transfer problem : examining the direct and interactive effects of safety training transfer climate and work locus of control on the transfer of safety training /.

Krauss, A., Casey, T. et Chen, P. Y. (2014). Making Safety Training Stick. Dans *Contemporary Occupational Health Psychology* (p. 181-197). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118713860.ch12>

Lackmann, S., Léger, P.-M., Charland, P., Aubé, C. et Talbot, J. (2021). The Influence of Video Format on Engagement and Performance in Online Learning. *Brain Sciences*, *11*(2), 128. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020128>

Larsen, R. J. et Diener, E. (1987). Affect intensity as an individual difference characteristic: A review. *Journal of Research in Personality*, *21*(1), 1-39. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(87\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0092-6566(87)90023-7)

Lau, R. W. H., Yen, N. Y., Li, F. et Wah, B. (2014). Recent development in multimedia e-learning technologies. *World Wide Web*, *17*(2), 189-198. <https://doi.org/10.1007/s11280-013-0206-8>

Lellis. (2021, 12 janvier). *8 Ways to Cut EHS Costs Without Compromising Safety*. <https://www.perillon.com/blog/8-ways-to-cut-ehs-costs-without-compromising-safety>

Liang, Z., Zhou, K. et Gao, K. (2019). Development of Virtual Reality Serious Game for Underground Rock-Related Hazards Safety Training. *IEEE Access*, *7*, 118639-118649. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2934990>

Lingappa, A. K., Kiran K, K. et Oommen Mathew, A. (2020). Safety training transfer in chemical manufacturing: The role of personality traits and learning motivation. *Cogent Business & Management*, *7*(1), 1835335. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1835335>

- Liu, S., Liu, S., Liu, Z., Peng, X. et Yang, Z. (2022). Automated detection of emotional and cognitive engagement in MOOC discussions to predict learning achievement. *Computers & Education*, 181, 104461. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104461>
- Maglapuz, S. et Lacatan, L. (2019). Academic Management Android Application For Student Performance Analytics: A Comprehensive Evaluation Using Iso 25010:2011. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8. <https://doi.org/10.35940/ijitee.L2735.1081219>
- Mangowal, R., Yuhana, U., Yuniarno, E. mulyanto et Hery Purnomo, M. (2017, 1 avril). *MathBharata: A serious game for motivating disabled students to study mathematics* (p. 1-6). <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939277>
- Martins, L. B., Zerbini, T. et Medina Díaz, F. J. (2019). Impact of online training on behavioral transfer and job performance in a large organization. <https://doi.org/10.5093/jwop2019a4>
- Martins, L. B., Zerbini, T. et Medina, F. J. (2018). Learning strategies scale: adaptation to Portuguese and factor structure. *Psicologia, Reflexão e Crítica : revista semestral do Departamento de Psicologia da UFRGS*, 31, 12. <https://doi.org/10.1186/s41155-018-0092-1>
- Martins, L. B., Zerbini, T. et Medina, F. J. (2019). Impact of online training on behavioral transfer and job performance in a large organization. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 35(1), 27-37.
- Mayer, R. E. (2020). Searching for the role of emotions in e-learning. *Learning and Instruction*, 70, 101213. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.010>
- Moubayed, A., Injadat, M., Nassif, A. B., Lutfiyya, H. et Shami, A. (2018). E-Learning: Challenges and Research Opportunities Using Machine Learning & Data Analytics. *IEEE Access*, 6. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2851790>
- Murphy, P. K. et Mason, L. (2006). Changing Knowledge and Beliefs. Dans *Handbook of educational psychology* (p. 305-324). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Murtaza, M., Ahmed, Y., Shamsi, J. A., Sherwani, F. et Usman, M. (2022). AI-Based Personalized E-Learning Systems: Issues, Challenges, and Solutions. *IEEE Access*, 10, 81323-81342. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193938>

Nadine Diaz-Infante, Michael Lazar, Samvitha Ram, Nadine Diaz-Infante, et Austin Ray. (2020, 20 juillet). *Growth in online education. Are providers ready? | McKinsey*. <https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/demand-for-online-education-is-growing-are-providers-ready>

Neal Yadav. (2023, 21 juin). *Workplace Safety Training Market is expected to represent Significant CAGR of +12% by 2030 Major Players – HSI, Kitaboo, eSafety*. <https://www.linkedin.com/pulse/workplace-safety-training-market-expected-represent-cagr-neal-yadav>

Ning, H., Wang, H., Wang, W., Ye, X., Ding, J. et Backlund, P. (2021, décembre). *A Review on Serious Games in E-learning*. 2021 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI) (p. 01-08). <https://doi.org/10.1109/SSCI50451.2021.9659885>

Noe, R. A., Clarke, A. D. M. et Klein, H. J. (2014). Learning in the Twenty-First-Century Workplace. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1(1), 245-275. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-031413-091321>

Oliveira, P. C. de, Cunha, C. J. C. de A. et Nakayama, M. K. (2016). LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS (LMS) AND E-LEARNING MANAGEMENT: AN INTEGRATIVE REVIEW AND RESEARCH AGENDA. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 13, 157-180. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752016000200001>

Panigrahi, R., Srivastava, P. R. et Panigrahi, P. K. (2020). Effectiveness of e-learning: the mediating role of student engagement on perceived learning effectiveness. *Information Technology & People*, 34(7), 1840-1862. <https://doi.org/10.1108/ITP-07-2019-0380>

Pentaraki, A. et Burkholder, G. J. (2017). Emerging Evidence Regarding the Roles of Emotional, Behavioural, and Cognitive Aspects of Student Engagement in the Online

Classroom. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 20(1), 1-21.
<https://doi.org/10.1515/eurodl-2017-0001>

Poggi, I. (2008). *La mente del cuore. Le emozioni nel lavoro, nella scuola, nella vita*. Armando Editore.

Poon, W. C., Kunchambo, V. et Koay, K. Y. (2022). E-Learning Engagement and Effectiveness during the COVID-19 Pandemic: The Interaction Model. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 0(0), 1-15.
<https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2119659>

Rahayu, N. W., Ferdiana, R. et Kusumawardani, S. S. (2022). A systematic review of ontology use in E-Learning recommender system. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100047>

Rawashdeh, A. Z. A., Mohammed, E. Y., Arab, A. R. A., Alara, M. et Al-Rawashdeh, B. (2021). Advantages and Disadvantages of Using e-Learning in University Education: Analyzing Students' Perspectives. *Electronic Journal of E-Learning*, 19(3), 107-117.
<https://doi.org/10.34190/ejel.19.3.2168>

Ricci, F., Chiesi, A., Bisio, C., Panari, C. et Pelosi, A. (2016). Effectiveness of occupational health and safety training: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Workplace Learning*, 28(6), 355-377. <https://doi.org/10.1108/JWL-11-2015-0087>

Richardson, J. C. et Newby, T. (2006). The Role of Students' Cognitive Engagement in Online Learning. *American Journal of Distance Education*, 20(1), 23-37.
https://doi.org/10.1207/s15389286ajde2001_3

Rodgers, T. (2008). Student engagement in the e-learning process and the impact on their grades. *International Journal of Cyber Society and Education*, 1(2), 143-156.

Rotgans, J. I. et Schmidt, H. G. (2011). Cognitive engagement in the problem-based learning classroom. *Advances in Health Sciences Education*, 16(4), 465-479.
<https://doi.org/10.1007/s10459-011-9272-9>

Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

Sabine et Beate. (2005). An Evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues*.

Schack, B., Vath, N., Petsche, H., Geissler, H.-G. et Möller, E. (2002). Phase-coupling of theta-gamma EEG rhythms during short-term memory processing. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 44(2), 143-163. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(01\)00199-4](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(01)00199-4)

Schrire, S. et Levy, D. (2012, 26 juin). *Troubleshooting MOOCs: The Case of a Massive Open Online Course at a College of Education*.

Skiba, D. (2013). On the horizon: the year of the MOOCs. *Nursing education perspectives*, 34, 136-7. <https://doi.org/10.5480/1536-5026-34.2.136>

Smiley, W. et Anderson, R. (2011). Measuring Students' Cognitive Engagement on Assessment Tests: A Confirmatory Factor Analysis of the Short Form of the Cognitive Engagement Scale. *Research & Practice in Assessment*, 6, 17-28.

Smith, G. W. (2018). *Paper Safe: The Triumph of Bureaucracy in Safety Management*. Wayland Legal Pty Limited.

Spector, P. E. (1988). Development of the Work Locus of Control Scale. *Journal of Occupational Psychology*, 61(4), 335-340. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1988.tb00470.x>

Sun, P.-C. et Cheng, H. K. (2007). The design of instructional multimedia in e-Learning: A Media Richness Theory-based approach. *Computers & Education*, 49(3), 662-676. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.016>

Tan, A. J. Q., Lau, C. C. S. et Liaw, S. Y. (2017, septembre). *Paper title: Serious games in nursing education: An integrative review*. 2017 9th International Conference on Virtual

Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games) (p. 187-188).
<https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2017.8056599>

Trevino, L. K., Lengel, R. H. et Daft, R. L. (1987). Media Symbolism, Media Richness, and Media Choice in Organizations: A Symbolic Interactionist Perspective. *Communication Research*, 14(5), 553-574.
<https://doi.org/10.1177/009365087014005006>

Tsaramirsis, G., Buhari, S., Al-Shammari, K., Ghazi, S., Haja Nazmudeen, M. S. et Tsaramirsis, K. (2016, 31 octobre). *Towards simulation of the classroom learning experience: Virtual reality approach*.

Tsolis, D., Kampana, S., Christia, P. et Tsakalidis, A. (2011). An adaptive & personalized mobile e-learning platform, 35-42.

Tucker, S. et Keefe, A. (2022). *2022 Report on Work Fatality and Injury Rates in Canada*. University of Regina. https://www.uregina.ca/business/faculty-staff/faculty/file_download/2022-Report-on-Workplace-Fatalities-and-Injuries-April-28-FINAL.pdf

Voudoukis, N. et Pagiatakis, G. (2022). Massive Open Online Courses (MOOCs): Practices, Trends, and Challenges for the Higher Education. *European Journal of Education and Pedagogy*, 3(3), 288-295. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2022.3.3.365>

Walker, C. O., Greene, B. A. et Mansell, R. A. (2006). Identification with academics, intrinsic/extrinsic motivation, and self-efficacy as predictors of cognitive engagement. *Learning and Individual Differences*, 16(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.06.004>

Wang, M.-T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L. et Linn, J. S. (2016). The Math and Science Engagement Scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16-26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008>

Wang, Y. et Minor, M. (2008). Validity, reliability, and applicability of psychophysiological techniques in marketing research. *Psychology and Marketing*, 25,

197-232. <https://doi.org/10.1002/mar.20206>

Wardani, R., Jati, H., Nurkhamid, Indrihapsari, Y., Setialana, P., Budiyanto, A. M. et Ardiansyah, M. N. (2021). Improving online learning interactivity with 3D virtual classroom models. *Journal of Physics: Conference Series*, 2111(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2111/1/012028>

You, J. W. (2015). Examining the Effect of Academic Procrastination on Achievement Using LMS Data in E-Learning. *Educational Technology & Society*, 18(3), 64-74.

Za, S. et Braccini, A. M. (2012, 15 février). *Designing 3D Virtual World Platforms for E-Learning Services. New Frontiers of Organizational Training*. Lecture Notes in Business Information Processing (vol. 103, p. 284-296). https://doi.org/10.1007/978-3-642-28227-0_21

Zalat, M. M., Hamed, M. S. et Bolbol, S. A. (2021). The experiences, challenges, and acceptance of e-learning as a tool for teaching during the COVID-19 pandemic among university medical staff. *PLOS ONE*, 16(3), e0248758. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248758>





Zhang, R., Bi, N. C. et Mercado, T. (2023). Do zoom meetings really help? A comparative analysis of synchronous and asynchronous online learning during Covid-19 pandemic. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 210-217. <https://doi.org/10.1111/jcal.12740>

Zhao, G., Zhang, Y., Ge, Y., Zheng, Y., Sun, X. et Zhang, K. (2018). Asymmetric hemisphere activation in tenderness: evidence from EEG signals. *Scientific Reports*, 8(1), 8029. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26133-w>

Zhu, M., Sari, A. R. et Lee, M. M. (2020). A comprehensive systematic review of MOOC research: Research techniques, topics, and trends from 2009 to 2019. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1685-1710. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09798-x>

Annexes

Annexe 1 : Tableau 6a. Mesures Questionnaires

Nom du Construit	Items	Échelle de mesure	Moment de la présentation	Source																				
<p>Quiz de connaissances pour FP1</p>	<p>1. Choose the correct fire extinguishers needed to fight each type of fire.</p> <p>Choose the correct fire extinguishers needed to fight each type of fire.</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;">  Class A </div> <div style="text-align: center;">  Class B </div> <div style="text-align: center;">  Class C </div> <div style="text-align: center;">  Class D </div> </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 60%;">Coil of wire and scrap metal</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Several paint cans</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>An electrical outlet</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Wooden pallets</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> </table> <p><i>(Bonne réponse : D B C A)</i></p> <p>2. What are the conditions that must be met before attempting to extinguish a fire with a fire extinguisher? (select all that apply)</p> <p>What are the conditions that must be met before attempting to extinguish a fire with a fire extinguisher ? (select all that apply)</p> <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> Fire must be in the incipient stage <input type="checkbox"/> There must be a threat to critical CN infrastructure <input type="checkbox"/> Must know what type of material is burning <input type="checkbox"/> Must be trained and confident in the use of a fire extinguisher </div> <p><i>(Bonne réponse : A C D)</i></p>	Coil of wire and scrap metal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Several paint cans	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	An electrical outlet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Wooden pallets	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p>Questions à choix multiples</p> <p>1= Toutes les réponses correctes / Aucune réponse fausse.</p> <p>0= Incorrect</p>	<p>Q_mid</p>	
Coil of wire and scrap metal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				
Several paint cans	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				
An electrical outlet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				
Wooden pallets	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				

3. What are the correct steps in the PASS system?

What are the correct steps in the PASS system ?

1. Pull the pin
2. Aim the nozzle
3. Sweep from side-to-side
4. Saturate the area.

1. Pull the pin
2. Aim the nozzle
3. Squeeze the trigger
4. Sweep from side-to-side.

1. Plan the attack
2. Activate the fire extinguisher
3. Sweep from side-to-side
4. Saturate the area.

1. Prepare the extinguisher
2. Activate the fire extinguisher
3. Sweep from side-to-side
4. Saturate the area.

(Bonne réponse : B)

4. Which of these fires could you possibly attempt to extinguish with a fire extinguisher? (Select all that apply)

Which of these fires could you possibly attempt to extinguish with a fire extinguisher ? (Select all that apply)

A small thermite weld fire

A small fire un garbage can in an office

A bin of oily rags fully engulfed in flames

A power tool on fire

(Bonne réponse : C D)

5. What does the Emergency Response Plan (ERP) include? (Select all that apply)

	<p>What does the Emergency Response Plan (ERP) include ? (Select all that apply)</p> <p><input type="checkbox"/> Alert others</p> <p><input type="checkbox"/> Determine the type of fire</p> <p><input type="checkbox"/> The evacuation procedure</p> <p><input type="checkbox"/> To know where the nearest Fire Extinguisher is located</p> <p><i>(Bonne réponse : A C D)</i></p>			
<p>Quiz de connaissances pour FP2</p>	<p>1. Which of the following activities are considered hot work and require extra care and following safe work practices? (Select all that apply)</p> <p>Which of the following activities are considered hot work and require extra care and following safe work practices ? (Select all that apply)</p> <p><input type="checkbox"/> Grinding</p> <p><input type="checkbox"/> Sanding</p> <p><input type="checkbox"/> Welding</p> <p><input type="checkbox"/> Any activities that could possibly create sparks</p> <p><i>(Bonne réponse : A C D)</i></p> <p>2. What are the proper actions to take, in case of fire on a Right-of-Way? (Select all that apply)</p> <p>What are the proper actions to take, in case of fire on a Right-of-Way ? (Select all that apply)</p> <p><input type="checkbox"/> Report the fire to the RTC and the fire authorities</p> <p><input type="checkbox"/> Determine the type of fire</p> <p><input type="checkbox"/> Attempt to extinguish the fire with a fire extinguisher</p> <p><input type="checkbox"/> Report the exact localisation and the size of the fire</p> <p><i>(Bonne réponse : A B D)</i></p>	<p>Questions à choix multiples</p> <p>1= Toutes les réponses correctes / Aucune réponse fausse.</p> <p>0= Incorrect</p>	<p>Q_post</p>	

3. True or False? If there is an abnormal condition such as noise, smoke or odor coming from the locomotive engine, the proper actions to take are: *Shut down the electrical panel / Remove the inspection covers / Attempt to restart the engine.*

True or False ? If there is an abnormal condition such as noise, smoke or odor coming from the locomotive engine, the proper actions to take are : *Shut down the electrical panel / Remove the inspection covers / Attempt to restart the engine.*

True

False

(Bonne réponse : B)

4. What are the proper actions to take, in case of fire in an office? (Select all that apply)

What are the proper actions to take, in case of fire in an office ?
(Select all that apply)

Fight the fire with an extinguisher regardless the size of the fire

Evacuate and follow the emergency plan

Use an extinguisher if it is a small fire

Keep an eye on your path and be aware of hot surfaces

(Bonne réponse : B C D)

5. What are the correct steps and proper actions to take if a fire does breakout in a locomotive? (Put these statements in the proper order by dragging and dropping).

	<p>What are the correct steps and proper actions to take if a fire does breakout in a locomotive ? (Put these statements in the proper order by dragging and dropping)</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>If the fire is on another locomotive with the consist, pull all cables and disconnect hoses between the locomotive on fire and other locomotives in the consist, if safe to do so.</p> <p>Determine the location of the fire. If the fire is in the main cabinet of the engine, do not attempt to fight the fire. Bring the train to a safe stop and secure it before safely disembarking from the train.</p> <p>Shut down the engine immediately.</p> <p>Immediately notify the local supervisor or RTC.</p> <p>Pull the battery switch, if safe to do so.</p> <p>Using the remaining locomotives of the consist, place the locomotive on fire on a siding in a remote location, (properly secured) to prevent further damage to railway and private property and protect the general public.</p> </div> <p><i>(Bonne réponse, ordre : C E D B A F)</i></p>			
Pleasure (all experiment & the emotional stimulus)	Move the slider to represent your level of pleasure felt during all experiment. The further the slider is placed to the right, the greater the pleasure felt.	1 à 100	Q_post	(Betella et Verschure, 2016b)
Arousal (all experiment & the emotional stimulus)	Move the slider to represent your level of arousal felt during all experiment. Arousal refers to the intensity of the emotion: calm versus excited. The further to the right the slider is, the higher the arousal level.	1 à 100	Q_post	(Betella et Verschure, 2016b)

Tableau 6b. Mesures Questionnaires données socio-démographiques

Nom du Construit	Type de mesure	Moment de la présentation
Âge	Numérique	Q_pre

Genre	1=Homme 2=Femme 3=Non-Binaire 4=Autre	Q_pre
--------------	---------------------------------------	-------

Annexe 2 : Tableau 7. Guide d’entrevue semi-structuré

<ol style="list-style-type: none"> 1. Qu’avez-vous pensé de la formation de façon général ? 2. Quels éléments de la formation, avez-vous trouvé plus engageants/intéressants ? <ul style="list-style-type: none"> • Pouvez-vous décrire ces éléments ? 3. Quels éléments de la formation, avez-vous trouvé moins engageants/intéressants ? <ul style="list-style-type: none"> • Pouvez-vous décrire ces éléments ? 4. Qu’avez-vous pensé de la vidéo de témoignage que vous avez regardé avant/pendant la formation ? <ul style="list-style-type: none"> • Comment vous êtes- vous senti pendant la vidéo? 5. Pensez-vous que la vidéo de témoignage a eu un impact sur votre formation? <ul style="list-style-type: none"> • Si oui, comment? Pouvez-vous l’expliquer? 6. Avez-vous l'impression que le contenu de la vidéo témoignage était en lien avec le matériel de formation ? <ul style="list-style-type: none"> • Si oui, comment ou pourquoi ? 7. Si vous deviez changer une chose à propos de la vidéo de témoignage ou de la façon dont elle a été utilisée dans la formation, quelle serait-elle ? 8. Quel est votre degré de confiance dans votre capacité à appliquer les connaissances/compétences acquises au cours de cette formation ? De 1 à 10 et pourquoi

Annexe 3 : Schéma du montage de la salle de collecte.

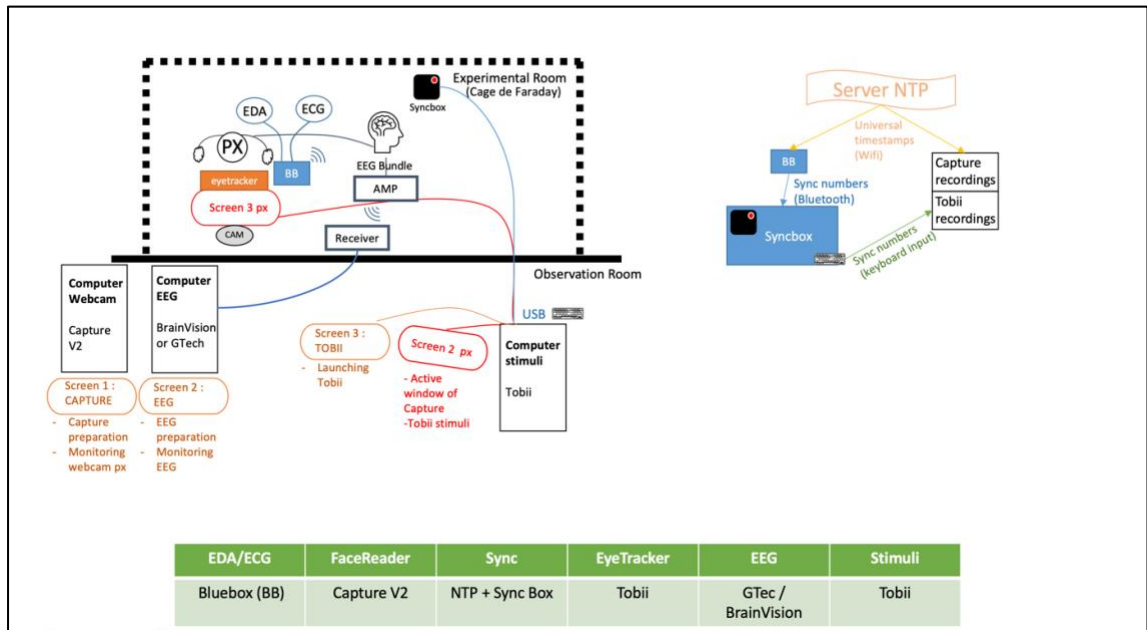


Figure 7. Schéma du montage de la salle de collecte

Annexe 4 : Schéma du déroulement de la collecte.

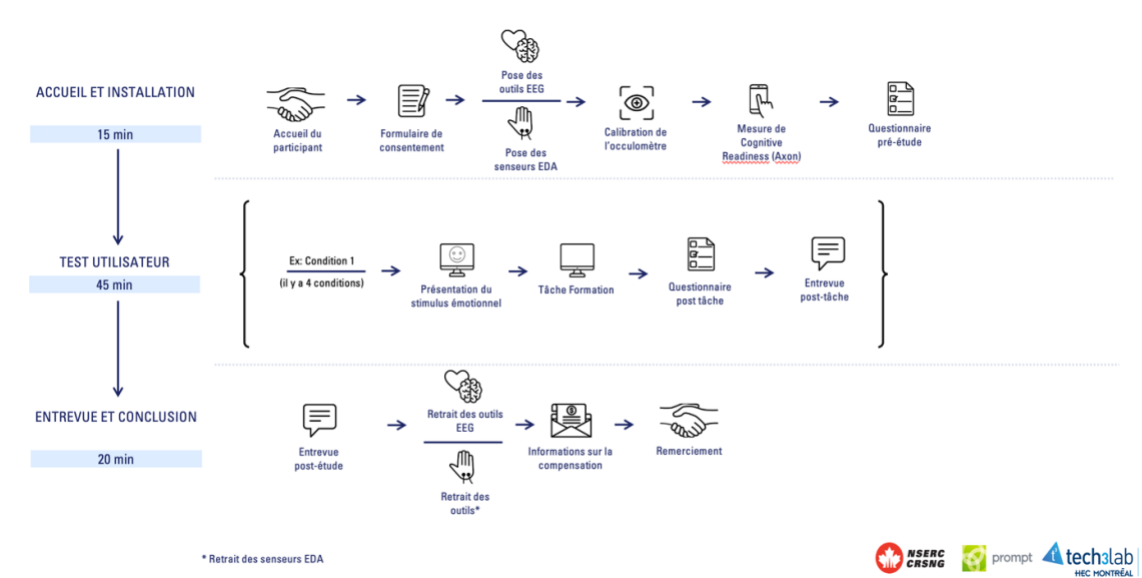


Figure 8. Schéma du déroulement de la collecte

Annexe 5 : Cartes cérébrales moyennes pendant l'exposition aux stimuli émotionnels.

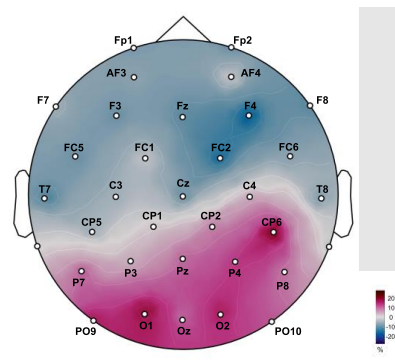


Figure 9a. Carte de l'activité cérébrale moyenne IB - IE (bande de fréquence Alpha)

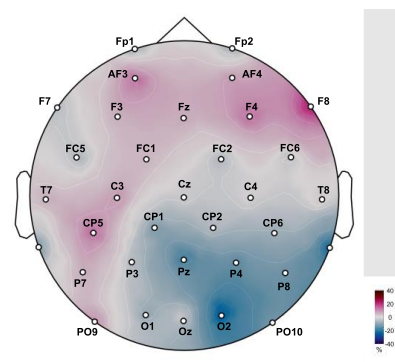


Figure 9b. Carte de l'activité cérébrale moyenne IB - IE (bande de fréquence Thêta)

Annexe 6 : Tableau 8. Statistiques descriptives des données EEG pendant les témoignages (stimuli IE et IB).

Électrode	Intensité émotionnelle	N	Variable dépendante	Moyenne	Écart-type
AF3	High	12	Alpha	4,0837934	31,0991427
			Beta	18,7171329	56,9543148
			Thêta	0,6295785	15,1385478
	Low	10	Alpha	-2,2637339	12,2528778
			Beta	12,5018528	29,2155787
			Thêta	15,2560759	51,2210387
AF4	High	12	Alpha	6,8348165	35,082309
			Beta	18,1856344	64,1056951
			Thêta	-2,7250727	14,8081788
	Low	10	Alpha	6,1331127	25,0911675
			Beta	12,2596021	28,0077798
			Thêta	5,3686993	22,8103287
C3	High	19	Alpha	18,8942729	34,3843649

			Beta	13,4964453	32,3606246
			Thêta	5,7011482	24,704037
		Low	18 Alpha	14,188088	39,3265437
			Beta	3,1174548	20,3915602
			Thêta	13,8604518	45,5074183
		High	19 Alpha	16,3667011	33,9687782
			Beta	19,0349016	22,294056
			Thêta	6,9776396	30,9731791
		Low	18 Alpha	20,3033764	45,8839546
			Beta	4,223549	18,7490049
			Thêta	7,1188067	18,1865288
		High	19 Alpha	21,746798	45,234798
			Beta	20,6011256	28,4711947
			Thêta	21,9080095	39,0693168
		Low	18 Alpha	23,0798313	48,2552473
			Beta	9,9612912	19,7390414
			Thêta	10,4093522	12,5666255
		High	19 Alpha	18,5396287	45,6449726
			Beta	18,4744957	24,354769
			Thêta	15,2250906	31,3594167
		Low	18 Alpha	26,5222099	52,5595962
			Beta	9,2869008	16,1901653
			Thêta	11,2748266	13,7776276
		High	19 Alpha	20,3601148	43,9347297
			Beta	14,2431468	28,8377704
			Thêta	6,6318502	25,9702359
		Low	18 Alpha	15,0570294	39,4442197
			Beta	0,1352923	14,1252304
			Thêta	20,5247748	46,2469441
		High	19 Alpha	9,0436944	31,7161752
			Beta	21,3182396	23,6200038
			Thêta	16,7504492	41,215115
		Low	18 Alpha	30,3120623	59,8110947
			Beta	6,4566383	23,4335216
			Thêta	9,4894986	18,6065186
		High	19 Alpha	27,6030437	57,6063233
			Beta	14,6907832	23,7174079
			Thêta	10,7573912	31,2266003
		Low	18 Alpha	17,6491184	51,3312316

F3	High	Beta	8,631093	12,5834829
		Thêta	9,7135663	15,3766032
		19 Alpha	21,6686873	54,5247901
	Low	Beta	12,9116407	33,9342608
		Thêta	4,3024592	22,4737528
		18 Alpha	12,2081979	31,9559332
F4	High	Beta	7,3802955	24,2650239
		Thêta	8,9334341	20,8755929
		19 Alpha	27,9139889	53,5748176
	Low	Beta	25,6873198	49,2015818
		Thêta	2,0807449	14,4108711
		18 Alpha	10,6017679	22,4404814
F7	High	Beta	27,3943899	57,4274618
		Thêta	14,9835841	14,4064963
		19 Alpha	10,1652356	32,7328069
	Low	Beta	20,5115561	43,8887999
		Thêta	16,3586601	35,1574284
		18 Alpha	5,4377047	21,1832033
F8	High	Beta	2,4417737	27,9966696
		Thêta	12,3918654	28,1183793
		19 Alpha	20,3616144	50,9780859
	Low	Beta	23,3942119	49,0534549
		Thêta	2,3877305	18,8433841
		18 Alpha	9,6597599	22,9625829
FC1	High	Beta	12,9527802	29,2186522
		Thêta	24,3396769	38,3916653
		19 Alpha	10,2778917	27,1348648
	Low	Beta	11,5378721	26,1855433
		Thêta	2,451534	18,1118513
		18 Alpha	8,4350764	43,2699453
FC2	High	Beta	3,1775024	18,71101
		Thêta	6,4337894	18,5796084
		19 Alpha	23,0024512	49,1007689
	Low	Beta	13,0146144	24,0659913
		Thêta	6,7669436	22,7979898
		18 Alpha	7,4733181	36,9038997
FC5	High	Beta	4,87481	20,084312
		Thêta	1,9224413	19,0815368
		19 Alpha	14,1391553	37,3163094

FC6	Low	Beta	6,7619887	39,6922186
		Thêta	7,5943138	23,9210695
		18 Alpha	4,8670831	30,2161856
	High	Beta	-1,9150313	18,8929209
		Thêta	2,6692723	18,4212879
		19 Alpha	15,3188238	37,6936917
Fp1	Low	Beta	21,9931279	53,9168409
		Thêta	9,3940479	34,0643235
		18 Alpha	8,5759032	23,4293906
	High	Beta	0,7691157	27,9087629
		Thêta	6,1736858	13,4491183
		19 Alpha	11,4274861	40,9301365
Fp2	Low	Beta	17,0962287	49,2980409
		Thêta	12,7753361	31,0809563
		18 Alpha	3,2335934	19,7417888
	High	Beta	26,0761604	46,3790821
		Thêta	4,9372988	16,7072773
		19 Alpha	13,4111884	39,1042643
Fz	Low	Beta	33,1138519	72,4908495
		Thêta	12,5738177	29,5127852
		18 Alpha	3,3677745	19,9036914
	High	Beta	26,101655	43,6958798
		Thêta	5,3649197	16,9313894
		19 Alpha	15,1437869	43,2166332
O1	Low	Beta	19,5683287	41,3667709
		Thêta	-1,6089845	14,3282578
		18 Alpha	4,6006717	26,8580605
	High	Beta	10,0084737	21,3910317
		Thêta	3,649936	22,5652056
		19 Alpha	0,5909767	34,6608384
O2	Low	Beta	12,7178593	26,6881227
		Thêta	27,9195066	42,4857722
		18 Alpha	19,438838	33,4762872
	High	Beta	13,6750878	18,5682631
		Thêta	19,0051325	19,3427445
		19 Alpha	-4,8644939	31,218176
Low	Beta	21,3874687	27,208285	
	Thêta	43,5417909	42,2727608	
	18 Alpha	10,9012212	38,760422	

Oz	High	Beta	10,7329859	20,125318
		Thêta	16,3538871	13,077198
		19 Alpha	-2,1207903	34,3197381
	Low	Beta	19,8919852	35,5487685
		Thêta	31,8147742	42,5727626
		18 Alpha	7,3569634	31,7372733
P3	High	Beta	13,2444839	30,7020644
		Thêta	30,6871059	44,0734226
		19 Alpha	17,1389348	49,5919497
	Low	Beta	18,9543321	28,8533578
		Thêta	19,4839403	34,3483805
		18 Alpha	21,054373	41,1662794
P4	High	Beta	10,7545718	18,2889812
		Thêta	14,8212291	16,2112464
		19 Alpha	5,4927159	42,0486566
	Low	Beta	20,0205725	25,2953022
		Thêta	25,5338896	39,6230365
		18 Alpha	18,7747831	47,795153
P7	High	Beta	8,9517909	18,1942846
		Thêta	10,5317284	12,262698
		19 Alpha	8,1432906	37,2642554
	Low	Beta	18,0302372	29,8692364
		Thêta	7,1688613	31,3884324
		18 Alpha	18,8438896	33,2053142
P8	High	Beta	4,0059919	21,567378
		Thêta	12,5105714	27,8806806
		19 Alpha	6,5181476	42,7874495
	Low	Beta	18,9882535	29,9904497
		Thêta	23,4327878	40,5470427
		18 Alpha	15,2883341	39,3443945
PO10	High	Beta	4,4045969	26,2381422
		Thêta	10,5144892	33,6965062
		19 Alpha	0,2167541	26,0526632
	Low	Beta	19,3486734	32,2981333
		Thêta	25,112917	38,3113819
		18 Alpha	11,1342253	26,9904629
PO9	High	Beta	5,8291174	32,2133195
		Thêta	13,0327974	29,1916658
		19 Alpha	5,4301545	30,6863017

Pz	Low	Beta	8,4034188	28,3418412
		Thêta	14,3214705	33,6944779
		18 Alpha	21,269751	24,2982756
	High	Beta	10,1600956	25,6414497
		Thêta	23,4871541	36,1064303
		19 Alpha	7,2805256	46,268775
T7	Low	Beta	21,67858	26,8414799
		Thêta	30,8107898	38,8112819
		18 Alpha	17,1378137	47,6977536
	High	Beta	10,8309371	17,0775564
		Thêta	12,2831341	13,4265599
		19 Alpha	15,4467367	40,4683521
T8	Low	Beta	22,0791624	43,4980091
		Thêta	3,2304063	24,1259797
		18 Alpha	3,855714	26,7115516
	High	Beta	13,2698116	46,8213474
		Thêta	8,4114344	23,9986279
		19 Alpha	15,6042838	38,5752383
TP10	Low	Beta	31,1858304	50,3893394
		Thêta	11,2079984	40,875628
		18 Alpha	8,2879874	32,7898868
	High	Beta	-5,9428907	50,7772388
		Thêta	13,1262894	48,3417408
		7 Alpha	12,6772109	22,8195521
TP9	Low	Beta	37,3206278	30,9137296
		Thêta	27,5376609	55,9925309
		8 Alpha	10,432274	23,1196168
	High	Beta	28,9067529	41,1782774
		Thêta	4,4236546	10,1704613
		7 Alpha	8,069969	23,1962979
Low	Beta	24,2228403	33,6515653	
	Thêta	17,0159823	38,9518912	
	8 Alpha	8,1416559	24,6313907	
		Beta	28,4213396	70,8380194
		Thêta	5,3399067	12,4017241