

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉTUDE DES LIENS ENTRE L'ATTENTION PORTÉE AUX ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE
DANS UNE FORMATION EN LIGNE ASYNCHRONE,
L'ACQUISITION ET LA RÉTENTION DE CONNAISSANCES
AINSI QUE LE TRANSFERT DES APPRENTISSAGES
EN MILIEU DE TRAVAIL

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DOCTORAT EN ÉDUCATION

PAR

SOPHIE LANOIX

JUIN 2025

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Pour certains, une thèse représente un marathon, pour d'autres, la construction d'un édifice. De mon côté, pendant des années, j'ai imaginé la thèse comme un Everest avec un sommet inatteignable. Pourtant, j'y suis bien arrivée, avec une vue imprenable sur le monde universitaire et le monde de la recherche, que je commence à explorer.

Comme les alpinistes qui gravissent des sommets sont entourés de sherpas et de coéquipiers, si j'ai réussi à commencer et à terminer la rédaction d'une thèse, c'est grâce au soutien et à l'accompagnement que j'ai reçus tout au long de ce processus. Cette thèse fut un voyage intellectuel et personnel, et je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont accompagnée tout au long de ce périple.

J'offre d'abord des remerciements sincères à mon comité de direction. Patrick Charland et Yves Chochard, merci de m'avoir guidée, ramenée vers mon sujet lorsque je m'en éloignais et de m'avoir pointée dans la bonne direction lorsque je ne savais pas vers où me tourner. Votre soutien indéfectible, vos conseils avisés et votre patience ont joué un rôle crucial à chaque étape de ce parcours. Merci surtout d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir toujours traitée en égale, ce qui m'a donné la confiance nécessaire pour persévérer.

Patrick, en tant que directeur de recherche, tu as su piloter le processus administratif du parcours doctoral, ce qui a été d'une aide précieuse. De plus, ton soutien dans la méthodologie de la cueillette de données neurophysiologiques a été indispensable. Merci pour l'organisation des équipements nécessaires. Je tiens d'ailleurs à remercier par la même occasion Pierre-Majorique Léger pour le prêt de ces équipements, ainsi que Jared Boasen et l'équipe du Tech3Lab pour m'avoir guidée dans leur utilisation.

Yves, en tant que codirecteur et chercheur spécialisé dans le domaine de la formation des adultes, tu m'as présentée à d'autres chercheuses et chercheurs dans le domaine et m'as orientée vers des textes importants. Ta guidance a enrichi ma compréhension et mon étude. Je suis impatiente de collaborer avec toi sur plusieurs projets de recherche dans les années à venir.

Je remercie également les membres du jury d'évaluation pour leurs commentaires constructifs et leur rigueur académique. Vos questionnements et vos suggestions ont fait avancer ma réflexion et ont contribué à améliorer cette thèse. Je tiens également à exprimer ma gratitude à l'organisation qui a accepté de recevoir mon étude et de libérer son personnel pour y participer. Votre collaboration a été essentielle à la réalisation de cette étude.

Je ne saurais passer sous silence trois personnes de l'UQAM qui ont eu un impact majeur sur mon parcours doctoral. Tout d'abord, merci à Steve Masson de m'avoir encouragée à commencer cette thèse et de m'avoir expliqué comment cet Everest se grimpe par étapes et en équipe. C'est grâce — ou à cause! — de toi que je me suis engagée dans ce voyage. Merci aussi à France Dubé qui a été d'une aide précieuse en début de parcours pour éclairer différents concepts liés à l'épistémologie. Steve et France, vous m'avez également tous les deux accueillie en stage de recherche et m'avez appris des méthodes d'analyse de données qui resteront avec moi tout au long de ma carrière de chercheuse. Finalement, merci à Jill Vandermeerschen pour ton immense patience pendant que j'essayais de faire sens de ma montagne de données quantitative.

Merci ensuite à mes collègues du département de la gestion de l'éducation et de la formation à l'Université de Sherbrooke de m'avoir accueillie si chaleureusement. La collégialité qui règne dans le département ainsi que votre souci de notre bien-être psychologique personnel et collectif font en sorte que je ne voudrais enseigner nulle part ailleurs. Un merci tout particulier à celles qui ont pris le temps de commenter ma thèse en partie ou en entier, à Joanne Roch qui m'a accompagnée à mon arrivée, à Suzanne Guillemette qui a pris la relève comme mentore et à Roxane Meilleur avec qui j'entrevois de longues années de collaboration fructueuse dans le plaisir. Finalement, merci à Jean-François Roussel de m'avoir ouverte sur la science de la formation en milieu de travail, de m'avoir accompagné dans ma maîtrise professionnelle et de m'avoir laissé une place en gestion de la formation!

Merci aux Tomatophiles, groupe de rédaction et de soutien, sans qui j'aurais définitivement avancé moins rapidement. Merci pour nos rencontres quasi quotidiennes sur Zoom, nos conversations sur les enjeux de recherche et les enjeux de conciliation vie personnelle — vie de doctorante ainsi que nos retraites de rédaction. Nos moments de soutien collectif ont rendu ce long périple vers le sommet de l'Everest réalisable, mais aussi agréable. Notre amitié existe, pour moi, au-delà de nos tâches doctorales. Je souhaite

sincèrement qu'elle continue à se développer et que nos moments de rédaction communs se poursuivent bien au-delà de nos soutenances.

À ma famille et mes amis, merci pour votre amour et votre soutien inconditionnel. Merci de m'avoir écouté sans toujours comprendre et merci d'avoir accepté la réduction dans nos activités sociales. À mon fils Antonin, merci de m'avoir accueillie pour des retraites de travail loin de mon quotidien. À mon conjoint Jasmin, merci pour ta grande patience et pour tous ces petits gestes qui ont allégé mon quotidien. Merci d'avoir toléré mes longues heures de travail enfermée dans mon bureau, soir après soir et weekend après weekend. Ton soutien et ta compréhension ont été inestimables. Ta présence à mes côtés a été une source constante de réconfort et de motivation.

Je remercie également le FRQSC pour la bourse doctorale, sans laquelle la rédaction de cette thèse aurait été beaucoup plus longue.

Note : Ce texte a été rédigé selon les règles de la graphie rectifiée. De plus, l'intelligence artificielle générative et le logiciel Antidote ont été utilisés pour la révision linguistique.

DÉDICACE

« Connaître, ce n'est point démontrer, ni expliquer. C'est accéder à la vision.
Mais pour voir, il convient d'abord de participer. Cela est dur apprentissage... »

Antoine de Saint-Exupéry, Pilote de guerre

À toutes les personnes qui, comme moi,
ont vécu un parcours étudiant atypique,
alternant entre le travail et l'éducation,
souvent combinant les deux.

À toutes les personnes qui, malgré les défis et
les sacrifices, persévèrent avec détermination
et passion et qui cherchent constamment à
s'améliorer, à en apprendre toujours plus, et à
repousser les limites de leurs connaissances

Cette thèse est dédiée à votre résilience,
à votre soif insatiable de savoir et
à votre engagement envers la quête de la
connaissance.

Que votre parcours inspire d'autres à suivre
vos pas et à croire en la possibilité de réaliser
leurs rêves, peu importe les obstacles.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	ii
DÉDICACE	v
TABLE DES MATIÈRES.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	xiii
RÉSUMÉ.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE.....	3
1.1 La formation en milieu de travail.....	3
1.2 La formation en ligne asynchrone en milieu de travail.....	5
1.3 L'inobservation de transfert des apprentissages systématique.....	8
1.4 L'inégalité de l'application des principes pédagogiques en formation asynchrone.....	9
1.5 Le manque de connaissances sur l'attention envers les activités dans une formation asynchrone ...	11
1.6 Le problème et l'objectif général de recherche	13
1.7 La pertinence scientifique et sociale de l'étude	14
CHAPITRE 2 CADRE THÉORIQUE.....	18
2.1 L'attention	19
2.2 Le transfert des apprentissages.....	26
2.3 La formation en ligne asynchrone	38
2.4 L'intégration des modèles théoriques	49
2.5 La revue de littérature	50
2.6 Les objectifs spécifiques et les hypothèses de recherche.....	60
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE.....	64
3.1 Le devis de recherche de l'étude	64
3.2 La formation utilisée dans l'étude	67
3.3 Les personnes participant à l'étude.....	72

3.4	La mesure des variables à l'étude.....	76
3.5	Le déroulement de l'étude.....	102
3.6	Le plan d'analyse des données.....	105
3.7	Les enjeux éthiques	111
CHAPITRE 4 RÉSULTATS.....		113
4.1	Les données descriptives et analyses préalables sur l'attention, les connaissances et les comportements.....	113
4.2	Les liens entre l'attention et le type d'activité d'apprentissage (OS1)	131
4.3	Les liens entre l'attention et les connaissances (OS2)	141
4.4	Les liens entre la rétention de connaissances et le transfert des apprentissages (OS3)	147
4.5	Les liens entre l'attention et le transfert des apprentissages (OS4).....	150
4.6	La synthèse des résultats	155
CHAPITRE 5 DISCUSSION		157
5.1	Le maintien de l'attention dans une formation en ligne asynchrone.....	158
5.2	La multidimensionnalité de l'attention.....	159
5.3	L'acquisition de connaissances dans une formation en ligne asynchrone.....	160
5.4	Les limites de la modalité 100 % asynchrone pour le transfert des savoir-faire techniques.....	162
5.5	L'effet du type d'activité d'apprentissage sur l'attention (Hypothèse 1)	164
5.6	L'effet de l'attention sur l'acquisition et la rétention de connaissances (Hypothèse 2)	167
5.7	L'effet de la rétention de connaissances sur le transfert des apprentissages (Hypothèse 3).....	170
5.8	L'effet de l'attention sur le transfert des apprentissages (Hypothèse 4)	176
5.9	Les forces et les limites de l'étude.....	180
5.10	Les retombées et les implications pour la pratique.....	184
5.11	Les pistes de recherche futures	187
CONCLUSION		191
ANNEXE A Affiche de recrutement		194
ANNEXE B Formulaire d'information et de consentement		195
Formulaire distribué aux manutentionnaires volontaires pour participer à l'étude.....		195
Formulaire distribué aux personnes formatrices volontaires pour participer à l'étude :.....		201
ANNEXE C Questionnaire démographique.....		206
ANNEXE D Test de connaissances (Inst3)		207

ANNEXE E Questionnaire sur les comportements pour les employées et employés (Inst4a)	211
ANNEXE F Questionnaire sur les comportements pour les personnes formatrices (Inst4b)	215
ANNEXE G Guide d’entretien (Inst5).....	219
ANNEXE H Questionnaire sur les facteurs influençant le transfert (Inst6)	221
ANNEXE I Codification de la formation pour l’analyse des données neurophysiologiques.....	223
ANNEXE J Liste des codes des données qualitatives.....	226
ANNEXE K Tests de différence d’attention entre les types d’activités	229
RÉFÉRENCES	233

LISTE DES FIGURES

Figure 1 — Cadre pour les systèmes de formation	30
Figure 2 — Modèle d'évaluation de la formation	31
Figure 3 — Modèle dynamique du transfert.....	32
Figure 4 — Modèle du processus de transfert de Grossman et Salas	35
Figure 5 — Typologie de transfert de Roussel	36
Figure 6 — Modèle d'efficacité de la formation en ligne	41
Figure 7 — Catégorisation des facteurs affectant le transfert d'une formation en ligne.....	43
Figure 8 — Théorie cognitive de l'apprentissage multimédia.....	44
Figure 9 — Grille d'engagement de Clark et Mayer	47
Figure 10 — Intégration des modèles théoriques	50
Figure 11 — Modèle de recherche	63
Figure 12 — Devis méthodologique	67
Figure 13 — Placement des électrodes selon le système 10-20	79
Figure 14 — Casque Unicorn de g.tec.....	81
Figure 15 — Positionnement des électrodes	81
Figure 16 — SMI RED	83
Figure 17 — Logiciel d'oculométrie	83
Figure 18 — Déroulement de l'étude	102
Figure 19 — Algorithme d'analyse des données EEG dans OpenViBE.....	108
Figure 20 — Évolution de la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG	115
Figure 21 — Évolution de la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG.....	115
Figure 22 — Évolution de la moyenne du diamètre des pupilles.....	116
Figure 23 — Évolution de la variance du diamètre des pupilles	117
Figure 24 — Évolution du score de connaissances par objectif d'apprentissage et au global.....	120

Figure 25 — Changements de connaissances par objectif d'apprentissage dans la formation.....	123
Figure 26 — Changement relatif de comportements entre la phase 1 et la phase 3 en pourcentage	129
Figure 27 — Représentation graphique des facteurs influençant le transfert.....	130
Figure 28 — Niveaux d'engagement cognitif attendus	133
Figure 29 — Moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG par type d'activité	136
Figure 30 — Variance de l'indice d'attention mesuré par EEG par type d'activité	137
Figure 31 — Moyenne du diamètre des pupilles par type d'activité	138
Figure 32 — Variance du diamètre des pupilles par type d'activité.....	138
Figure 33 — Liens entre les changements globaux de comportements et de connaissances	147
Figure 34 — Évolution des connaissances	161

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 — Buts de la formation en ligne asynchrone	44
Tableau 2 — Objectifs et pratiques pédagogiques dans l'apprentissage multimédia	46
Tableau 3 — Résumé des articles relevés dans la revue de littérature	57
Tableau 4 — Objectifs spécifiques et hypothèses de recherche.....	60
Tableau 5 — Types d'activités utilisées dans la formation en ligne utilisée dans l'étude	70
Tableau 6 — Statistiques descriptives des manutentionnaires	74
Tableau 7 — Statistiques descriptives des personnes formatrices	76
Tableau 8 — Table des spécifications pour le test de connaissances	88
Tableau 9 — Table des spécifications pour l'outil de mesure du transfert	93
Tableau 10 — Facteurs du LTSI	97
Tableau 11 — Opérationnalisation des variables.....	100
Tableau 12 — Corrélations de Pearson entre les indices d'attention	118
Tableau 13 — Résultats aux tests de connaissances	119
Tableau 14 — Comparaison des scores globaux aux trois tests de connaissances.....	121
Tableau 15 — Comparaison des scores par objectif d'apprentissage aux trois tests de connaissances..	121
Tableau 16 — Changements de connaissances entre les différentes phases de l'étude	122
Tableau 17 — Comparaisons appariées selon les niveaux de scolarité.....	123
Tableau 18 — Comparaison des évaluations autorapportées et hétérorapportées en prétest	125
Tableau 19 — Comparaison des évaluations autorapportées et hétérorapportées en posttest	126
Tableau 20 — Comparaison des comportements autorapportés pour le score global.....	127
Tableau 21 — Comparaison des comportements autorapportés pour les objectifs d'apprentissage.....	128
Tableau 22 — Attention en fonction du type d'activité	132
Tableau 23 — Rang des activités d'apprentissage par indices d'attention.....	134
Tableau 24 — Ordonnement des résultats des indices d'attention	135

Tableau 25 — Tests de Friedman sur les mesures d'attention	135
Tableau 26 — Résumé de la validation de l'hypothèse 1	140
Tableau 27 — Corrélations entre les indices d'attention et le changement global de connaissances	142
Tableau 28 — Corrélations de Spearman pour l'objectif <i>Analyser l'environnement</i>	143
Tableau 29 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Appliquer les principes de manutention</i>	144
Tableau 30 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Planifier le travail</i>	144
Tableau 31 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Discuter de situation de manutention</i>	145
Tableau 32 — Changements de connaissances et de comportements.....	148
Tableau 33 — Distribution des personnes participantes en neuf cas de figure	149
Tableau 34 — Corrélations de Spearman entre le changement de connaissances et le changement de comportements pour chacun des objectifs d'apprentissage.....	149
Tableau 35 — Corrélations entre le transfert des apprentissages et les indices d'attention.....	151
Tableau 36 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Analyser l'environnement</i>	152
Tableau 37 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Planifier le travail</i>	153
Tableau 38 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Appliquer les principes de manutention</i>	153
Tableau 39 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage <i>Discuter de manutention</i>	154
Tableau 40 — Synthèse des objectifs spécifiques et des hypothèses de recherche	156
Tableau 41 — Tests post hoc pour la moyenne de l'indice d'attention mesurée par EEG.....	229
Tableau 42 — Tests post hoc pour la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG	230
Tableau 43 — Tests post hoc pour la moyenne de l'indice d'attention mesuré par pupillométrie.....	231
Tableau 44 — Tests post hoc pour la variance de l'indice d'attention mesurée par pupillométrie	232

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

ATD :	Association for Talent Development
COVID 19 :	Coronavirus disease 2019 ou SRAS-CoV-2
EEG :	Électroencéphalographe ou électroencéphalographie
ET :	Écart-type
ICA :	Independent Component Analysis
LTSI :	Learning Transfert System Inventory
M :	Moyenne
Max :	Maximum
Min :	Minimum
mm :	Millimètre
N :	Nombre
SCORM :	Shareable Content Object Reference Mode
SMI RED250 :	Oculomètre de modèle RED250 de la compagnie SensoMotoric Instruments
USB :	Universal Serial Bus
xAPI :	Experience Application Programming Interface ou Tin Can API

RÉSUMÉ

De plus en plus d'organisations adoptent la formation en ligne asynchrone pour développer des connaissances et des compétences chez leur personnel. Cependant, le transfert des apprentissages du contexte de formation vers le milieu de travail ne semble pas se produire automatiquement. De plus, il est souvent présumé que le personnel accorde une attention soutenue aux contenus en ligne, ce qui n'est pas toujours le cas. Ce qui capte véritablement l'attention des personnes participant à une formation en ligne asynchrone et l'effet de cette attention sur l'acquisition de connaissances et le transfert des apprentissages restent inconnus.

Bien que le transfert des apprentissages et la formation en ligne asynchrone aient fait l'objet de multiples métaanalyses, peu d'études ont porté conjointement sur ces deux concepts, surtout en contexte de milieu de travail. De plus, aucune étude n'a mis en relation le transfert des apprentissages réel avec l'attention mesurée dans un contexte de formation en ligne asynchrone. L'objectif de cette étude était d'explorer les liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention des connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail.

Cette étude a été menée en quatre phases avec un groupe de 20 manutentionnaires travaillant dans un entrepôt de la région de Montréal. Des données initiales sur les connaissances et les comportements ont été recueillies en prétest une semaine avant la formation. Ensuite, des données d'attention, mesurées à l'aide d'un casque d'électroencéphalographie et d'un oculomètre, ont été collectées durant la formation en ligne, ainsi que des données sur l'acquisition de connaissances immédiatement après la formation. Cinq semaines après la formation, des données de connaissances et de comportements ont été collectées à nouveau pour en évaluer l'évolution. Enfin, dix manutentionnaires ont été convoqués pour des entretiens semi-dirigés afin d'obtenir des données qualitatives sur la perception des facteurs influençant l'attention, l'apprentissage et le transfert.

Les résultats d'analyse ont montré que l'attention était soutenue durant toute la formation, avec des nuances en fonction des différents types d'activités d'apprentissage. L'acquisition de connaissances a été possible, mais non la rétention. De plus, une amélioration de comportements a été observée entre la phase 1 et la phase 3 pour deux objectifs d'apprentissage, suggérant un certain transfert des apprentissages. Des analyses corrélationnelles ont montré un lien partiel entre le type d'activités et l'attention des personnes participantes, mais aucun lien significatif entre l'attention et l'acquisition de connaissances. De même, aucun lien significatif n'a été observé entre l'attention portée à la formation et le transfert des apprentissages.

Les résultats concernant l'attention pourraient être expliqués par le respect des principes liés à la modalité, le caractère multidimensionnel de l'attention ainsi que l'intérêt envers le contenu et la tâche d'apprentissage. Les conditions neurologiques autodéclarées de certaines personnes participantes pourraient expliquer partiellement le manque de corrélations entre l'attention et l'acquisition de connaissances. L'utilisation de questionnaires écrits en ligne pourrait avoir fait en sorte que les résultats aux tests de connaissances ne reflètent pas les connaissances réelles de certaines personnes participantes qui ont peut-être éprouvé des difficultés en lecture en raison d'un niveau de littératie assez faible. Une situation de transfert peut-être plus éloignée que prévu ainsi que la participation même à l'étude ont pu influencer les résultats de transfert. De même, les questionnaires sur les comportements utilisés en

prétest et posttest semblent avoir amené certaines personnes à modifier leurs comportements plus que les contenus de la formation. Finalement, le niveau élevé d'expérience et de connaissances antérieures de l'échantillon a pu affecter l'ensemble des résultats.

Les limites de l'étude, telle une faible taille d'échantillon limitant la puissance statistique des analyses et l'utilisation d'outils EEG portatifs limitant le nettoyage des artéfacts myographiques et oculaires, n'affectent en rien son caractère novateur. En effet, la mixité des données recueillies, la collecte des données neurophysiologiques en milieu authentique, la mesure du transfert réel plutôt que des seuls facteurs influençant le transfert ainsi que l'utilisation d'une tâche réelle d'apprentissage et un échantillon écologique ont permis de produire des données inédites ainsi que des recommandations réalistes et concrètes pour les milieux de pratique.

Mots clés : Transfert des apprentissages, attention, acquisition de connaissances, rétention de connaissances, EEG, électroencéphalographie, oculométrie, pupillométrie, comportements, milieu de travail, formation en ligne asynchrone, elearning

ABSTRACT

More and more organizations are adopting asynchronous online training to develop contextualized knowledge and skills among their staff. However, the transfer of learning from the training context to the workplace does not seem to occur automatically. Moreover, it is often assumed that staff pay sustained attention to online content, which is not always the case. What truly captures the attention of participants in asynchronous online training and the effect of this attention on knowledge acquisition and transfer of learning remain unknown.

Although the transfer of learning and asynchronous online training have been the subject of multiple meta-analyses, few studies have jointly addressed these two concepts, especially in the workplace context. Furthermore, no study has yet related actual transfer of learning to attention measured in an asynchronous online training context. The general objective of this study was to explore the links between attention to activities in asynchronous online training, knowledge acquisition and retention, and transfer of learning to the workplace.

This study was conducted in four phases with a group of 20 warehouse workers in the Montreal area. Initial data on knowledge and behaviours were collected in pre-tests one week before the training. Then, attention data, measured using an eight-electrode EEG headset and an eye tracker, were collected during the asynchronous online training, as well as data on immediate knowledge acquisition after the training. Five weeks after the training, knowledge and behaviour data were collected again to assess their evolution. Finally, ten of the twenty warehouse workers were interviewed to obtain qualitative data on the perception of factors influencing attention, learning, and transfer, as well as on the adaptation of knowledge necessary during the transfer of learning.

The analysis results showed that attention was sustained throughout the training, with variations depending on the different types of learning activities. Knowledge acquisition was possible, but retention was not. Additionally, an improvement in behaviours was observed between phase 1 and phase 3 for two learning objectives, suggesting some transfer of learning. Correlational analyses showed a partial link between the type of activities and participants' attention, but no significant link between attention and knowledge acquisition. Similarly, no significant link was observed between attention to the training and transfer of learning.

The results regarding attention could be explained by adherence to modality principles, the multidimensional nature of attention, and interest in the content and learning task. Self-declared neurological conditions could partially explain the lack of correlations between attention and knowledge acquisition. The use of online written questionnaires may have caused the knowledge test results to not reflect the actual knowledge of some participants who may have experienced reading difficulties due to a rather low literacy level. A transfer situation perhaps more distant than expected, as well as participation in the study itself, may have influenced the transfer results. Similarly, the behaviour questionnaires used in pre-tests and post-tests seem to have led some people to modify their behaviours more than the training content. Finally, the high level of experience and prior knowledge of the sample may have affected the overall results.

The study's limitations, such as a small sample size limiting the statistical power of the analyses and the use of portable EEG tools limiting the cleaning of myographic and ocular artifacts, do not affect its innovative nature. Indeed, the mix of collected data, the collection of neurophysiological data in an authentic environment, the measurement of actual transfer rather than just the factors influencing transfer, as well as the use of a real learning task and an ecological sample, have made it possible to produce unprecedented data and realistic and concrete recommendations for practice settings.

Keywords: Learning transfer, attention, knowledge acquisition, knowledge retention, EEG, electroencephalography, eye tracking, pupillometry, behaviours, workplace, asynchronous online training, e-learning

INTRODUCTION

La formation en ligne asynchrone s'impose aujourd'hui comme une modalité d'apprentissage privilégiée en milieu de travail, notamment en raison de sa flexibilité. Elle permet au personnel des organisations d'accéder aux contenus à son propre rythme, au moment et à l'endroit qui lui convient. Toutefois, malgré ces avantages, le transfert des apprentissages de ces formations vers le milieu de travail demeure inégal. Plusieurs facteurs peuvent influencer ce transfert des apprentissages, y compris l'attention portée aux activités d'apprentissage (Fauth et González-Martínez, 2021a). Cette thèse, au carrefour des sciences de l'éducation, de la gestion et de la psychologie du travail, a exploré les liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail.

Le premier chapitre présentera la problématique, en soulignant l'importance croissante de la formation en milieu de travail et l'essor de l'utilisation de la formation en ligne asynchrone dans ce contexte (ATD Research, 2023; Freifeld, 2024). Trois enjeux principaux seront abordés : le transfert non systématique des apprentissages après une formation, l'application inégale des principes pédagogiques validés par la recherche, ainsi que le fait que l'attention des personnes apprenantes est souvent tenue pour acquise dans les formations en ligne asynchrones, tant par les milieux de recherche que par les personnes praticiennes. Le problème général de recherche sera ensuite décrit, menant à l'objectif général de recherche suivant : explorer les liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention des connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail. La pertinence scientifique et sociale de mener cette étude conclura ce chapitre.

Le deuxième chapitre portera sur le cadre théorique de l'étude. Le concept d'attention sera d'abord exploré, en mettant l'accent sur son rôle dans le processus d'apprentissage ainsi que sur les facteurs influençant cette attention. Le concept de transfert des apprentissages sera ensuite abordé, mettant en lumière les différentes perspectives théoriques ainsi que les facteurs qui l'influencent. Ensuite, la formation en ligne asynchrone en milieu de travail en tant que concept, ainsi que les facteurs influençant l'apprentissage dans cette modalité seront revus. Puis, le chapitre proposera une revue de littérature approfondie sur le transfert des apprentissages dans le contexte de la formation en ligne asynchrone et se terminera sur la présentation des objectifs spécifiques de recherche et des hypothèses afférentes.

Le troisième chapitre décrira la méthodologie adoptée pour mener cette étude. Le terrain de l'étude, les personnes participant à l'étude, la formation utilisée pour évaluer l'attention portée aux activités, ainsi que les différentes mesures des variables liées à l'attention et au transfert des apprentissages seront présentées. Le déroulement de l'étude, soit les différentes étapes temporelles de l'étude, sera également détaillé, de même que les analyses effectuées. Enfin, les enjeux éthiques liés à cette étude seront discutés.

Le quatrième chapitre de cette thèse présentera les résultats obtenus. En premier lieu, les données descriptives et les analyses préalables sur l'attention, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que sur le transfert des apprentissages seront exposées. Ensuite, les données en lien avec ces trois éléments seront mises en relation afin de répondre aux quatre objectifs spécifiques (OS) de cette étude :

- OS1 : Déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail
- OS2 : Déterminer si l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone
- OS3 : Déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages
- OS4 : Déterminer si l'attention portée aux activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone influence le transfert des apprentissages

Le cinquième chapitre discutera des résultats présentés au chapitre 4. Tout d'abord, les résultats obtenus pour chacun des objectifs spécifiques de recherche seront confrontés aux modèles théoriques présentés dans le chapitre 2 et des pistes expliquant les résultats seront explorées. Ensuite, les forces et les limites de l'étude seront discutées, en abordant les contraintes et les défis rencontrés au cours de l'étude. Les implications de ces résultats pour les pratiques en formation en milieu de travail seront également proposées, incluant des recommandations concrètes pour les équipes de formation. Enfin, des pistes de recherche futures seront suggérées afin de poursuivre l'exploration de la compréhension des liens entre l'attention, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages.

En conclusion, cette étude doctorale a permis de mieux comprendre le rôle de l'attention dans le processus d'acquisition de connaissances et de transfert des apprentissages en contexte de formation en ligne asynchrone en milieu de travail. Les résultats obtenus contribueront à éclairer les pratiques pédagogiques en ligne et à améliorer l'efficacité de la formation en milieu de travail en tenant compte de l'attention portée à différents types d'activités dans une formation en ligne asynchrone.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

Que ce soit pour accueillir le nouveau personnel, pour assurer que celui-ci applique les techniques pertinentes pour fabriquer des produits, pour améliorer la performance actuelle des individus et des équipes ou pour préparer la relève, les organisations recourent toutes à la formation sous diverses modalités afin de développer les compétences de leur personnel et d'atteindre leurs objectifs stratégiques (ATD Research, 2023; Freifeld, 2024; Noe, 2020; Rivard et Lauzier, 2023). Dans ce contexte, la formation en ligne asynchrone en milieu de travail représente une modalité importante, notamment en raison de sa fréquence d'emploi. Cependant, l'utilisation de la formation en ligne asynchrone comme modalité de formation formelle comporte des enjeux majeurs. Ce chapitre examinera ces enjeux, ainsi que la pertinence de les aborder par une étude doctorale.

Les sections 1.1 et 1.2 situeront respectivement le contexte de la formation en milieu de travail et celui, plus particulier, de la formation en ligne asynchrone en milieu de travail. La section 1.3 explorera la difficulté que les personnes apprenantes éprouvent à transférer leurs apprentissages du contexte de la formation au contexte de travail (Baldwin *et al.*, 2017), et ce, dans toutes les modalités : en présentiel, en classe virtuelle ou en formation en ligne asynchrone. La section 1.4 examinera ensuite l'application inégale des principes pédagogiques dans les formations en ligne asynchrones, affectant l'efficacité de cette modalité (Kraiger et Ford, 2021). La section 1.5 se penchera sur les raisons pour lesquelles l'attention envers les activités dans une formation asynchrone est tenue pour acquise tant par les milieux de recherche que par les personnes praticiennes (Clark et Mayer, 2024). La section 1.6 exposera les divers éléments du problème ayant mené à l'objectif général de recherche. Finalement, la section 1.7 conclura le chapitre en soulignant la pertinence scientifique de l'étude, en rapportant les recommandations formulées par diverses personnes chercheuses. Elle mettra également en lumière la pertinence sociale, en anticipant les retombées possibles des connaissances issues de cette étude pour les milieux organisationnels et éducatifs.

1.1 La formation en milieu de travail

La formation en milieu de travail représente un levier important pour les organisations. Dans un monde en constante évolution et rempli d'incertitudes, le succès d'une organisation dépend de la vitesse à laquelle son personnel acquiert des compétences et transfère ses apprentissages dans de nouveaux

contextes (Baldwin *et al.*, 2017; Noe, 2020). De plus, dans notre économie du savoir, les savoirs et les savoir-faire du personnel sont devenus des ressources précieuses (Rivard et Lauzier, 2023). Les organisations doivent donc s'assurer que leurs formations apportent une valeur ajoutée et soutiennent l'atteinte de leurs objectifs organisationnels (Knowles *et al.*, 2020; Pollock *et al.*, 2015). En conséquence, les organisations investissent dans des initiatives de formation (Boivin *et al.*, 2013) qui visent à améliorer la performance de leur personnel en développant des connaissances et habiletés contextualisées à son travail (Noe, 2020). Ces initiatives de formation ont parfois également comme objectif de diminuer le roulement et d'augmenter la satisfaction du personnel (Noe, 2020; Pollock *et al.*, 2015).

Selon un rapport de l'Association for Talent Development (ATD) (ATD Research, 2023), en 2022, les organisations américaines ont consacré en moyenne 1 280 \$ US en formation par personne employée, variant de 809 \$ US pour les organisations de plus de 2 500 employés à 1 814 \$ US pour les organisations de moins de 100 employés. Les données recueillies par Training Magazine (Freifeld, 2022) sont similaires, avec des dépenses en formation représentant une industrie de 101,6 milliards \$ US aux États-Unis, une moyenne de 1 111 \$ US et une moyenne de 62 heures de formation par personne employée en 2022. En 2018, les organisations canadiennes ont dédié à la formation en moyenne 889 \$ CA par personne employée (Cotsman et Hall, 2018).

Au Québec, les organisations dont la masse salariale excède 2 millions \$ CA doivent investir l'équivalent d'au minimum 1 % de cette masse en formation pour son personnel (*Loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre*, RLRQ, c. D-8.3). En 2022, environ 86 % des organisations assujetties à cette loi ont investi un total de 1 211 millions \$ CA en formation, comparé à 987 millions \$ CA en 2021. Les organisations qui ont dépensé moins de 1 % de leur masse salariale ont versé un total d'environ 42 millions \$ CA au fonds de développement et de reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre en compensation, en comparaison à 38 millions \$ CA en 2021 (Ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale, 2024). En 2021, le personnel au Québec a reçu en moyenne 28,2 heures de formation (Ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale, 2023), soit environ la moitié des 62 heures par personne aux États-Unis.

L'apprentissage en milieu de travail englobe des apprentissages informels et des initiatives de formation formelle¹ coordonnées par l'organisation (Noe, 2020). Alors que la formation informelle comprend les

¹ Parfois aussi nommée « formation structurée ».

situations d'apprentissage non planifiées et non structurées (Rivard et Lauzier, 2023), la formation formelle dont il est question dans cette thèse, porte principalement sur des connaissances explicites qui peuvent être facilement documentées et transférées d'une personne à l'autre (Noe, 2020). Elle concerne les activités de formation planifiées par les organisations, structurées autour d'objectifs d'apprentissage et qui visent à développer les connaissances et les compétences du personnel (Ford, 2021). Ces apprentissages peuvent autant constituer des savoirs, des savoir-faire que des savoir-être. En 2022, les formations formelles aux États-Unis portaient le plus fréquemment sur : la formation obligatoire et de conformité — comme la santé et la sécurité au travail —, l'orientation pour le nouveau personnel, les processus, procédures et pratiques organisationnelles, les habiletés interpersonnelles, le service à la clientèle et la formation sur les produits (ATD Research, 2023). Au Canada, en 2022, selon un sondage auprès de personnes salariées et chômeuses ayant déclaré avoir participé à une formation au cours des douze derniers mois, les sujets de formations les plus fréquents étaient la santé et la sécurité au travail, les logiciels et le matériel informatique, la gestion ou le leadership, la mise à jour des connaissances actuelles ainsi que l'obtention d'une qualification ou certification particulière (Environics Institute for Survey Research *et al.*, 2023).

1.2 La formation en ligne asynchrone en milieu de travail

Les organisations peuvent disposer de plusieurs modalités pour former leur personnel. Elles peuvent notamment offrir des formations en classes, des formations en classe virtuelle, du coaching, de l'entraînement à la tâche, du mentorat ou de l'autoformation. Les formations combinant plusieurs de ces modalités et répartissant les contenus de formation sur plusieurs moments sont considérées comme des programmes hybrides. Bien que la formation hybride soit parfois considérée comme plus efficace que la formation monomodale (Eryilmaz, 2015; Means *et al.*, 2013), beaucoup de formations sont encore offertes en monomodalité. En 2022 et en 2023 aux États-Unis, seuls 32 % des heures de formation ont été offertes dans une modalité hybride (Freifeld, 2022, 2023), ce pourcentage diminuant à 24 % en 2024 (Freifeld, 2024). Les données canadiennes ne sont pas disponibles pour la formation hybride.

Depuis que la technologie est apparue dans les modalités de formation dans les années 60, son utilisation progresse constamment dans les organisations. En 2001 aux États-Unis, environ 11 % de la formation dans les organisations était offerte par le biais de la technologie (ATD State of Industry Report, 2014, dans Clark et Mayer, 2016). Dix années plus tard, cette proportion avait doublé, avec environ 22 % de la formation en organisation qui était offerte par le biais d'un ordinateur ou en ligne (Freifeld, 2011). En 2024 aux États-

Unis, environ 34 % des heures de formation ont été offertes par le biais de la formation en ligne asynchrone, c'est-à-dire l'utilisation des médias électroniques pour diffuser des contenus d'apprentissage à des personnes qui apprennent à leur propre rythme, sans l'intervention en temps réel d'une personne formatrice (Freifeld, 2024). En 2018 au Canada, 77 % des organisations ont utilisé cette modalité de formation, tandis que 49 % des organisations ont utilisé la formation en ligne synchrone, offerte par une personne formatrice (Cotsman et Hall, 2018). Il sera intéressant de noter l'évolution de ces deux modalités de formation en ligne suivant la pandémie de COVID-19 lors du prochain rapport du *Conference Board of Canada*, dont la sortie est prévue en 2025.

En 2023, aux États-Unis, 33 % des heures de formation ont été dispensées par formation en ligne asynchrone, avec des variations de moins de 5 % par année par rapport à 2019, alors que seulement 30 % des heures de formation ont été dispensées en présentiel (Freifeld, 2021, 2023). La pandémie et son retour graduel vers une ancienne normalité semblent avoir influencé le ratio entre la formation en présentiel et la formation en classe virtuelle beaucoup plus que l'adoption de la formation asynchrone (Freifeld, 2022).

Plusieurs raisons expliquent cet intérêt marqué pour la formation en ligne asynchrone dans les milieux de travail. D'abord, cette modalité répond à un besoin de formation *juste à temps* en permettant au personnel de se former au moment qu'il préfère et de rejoindre le personnel où qu'il se trouve géographiquement (Johnson et Brown, 2017; Noe, 2020). En effet, elle s'avère particulièrement utile pour les organisations qui doivent former un nombre élevé de personnes, surtout lorsque leur personnel est dispersé géographiquement ou sur différents quarts de travail, lorsque le contenu et le message doivent être uniformes, lorsque l'évaluation doit être standardisée et lorsqu'on transmet des connaissances déclaratives ou procédurales (Kimiloglu *et al.*, 2017; Noe, 2020). Par ailleurs, les organisations se tournent vers la formation en ligne asynchrone pour réduire leurs dépenses en formation. En effet, bien qu'elle soit plus onéreuse à concevoir et à produire, elle diminue grandement les coûts de déplacement et de livraison de la formation (Clark et Mayer, 2016).

La modalité asynchrone est très souvent utilisée pour diffuser la formation obligatoire ou de conformité. Selon le rapport 2023 du magazine Training (Freifeld, 2023), aux États-Unis, 46 % des organisations ont utilisé cette modalité de manière exclusive pour dispenser la formation obligatoire ou de conformité, tandis que 90 % des organisations l'ont utilisée au moins en partie.

La répartition de l'utilisation de la modalité asynchrone par sujet de formation était la suivante :

- systèmes ou technologies de l'information : 78 %;
- formation spécifique à la profession : 76 %;
- applications de bureau : 70 %;
- équité, diversité et inclusion : 67 %;
- accueil et intégration : 65 %;
- gestion et supervision : 64 %;
- service à la clientèle et ventes : 62 %; et
- développement des cadres : 48 %.

En milieu de travail, les formations en ligne asynchrones prennent habituellement la forme de modules d'environ 20 minutes (Defelice, 2021), où la personne apprenante est seule devant son ordinateur, sans accès à une personne formatrice. Généralement, des concepteurs et conceptrices pédagogiques travaillent de concert avec des spécialistes de contenu pour développer les formations, c'est-à-dire l'agencement de texte, d'images, de sons et de narration qui sera présenté sous diverses formes d'activités d'apprentissage, dans une séquence linéaire ou non (Clark et Mayer, 2016). Lorsque les décisions pédagogiques sont prises et les scénarimages rédigés, des intégrateurs et intégratrices multimédias programment ensuite les contenus dans une application et créent les visuels (Khan et Joshi, 2006). La plupart du temps, les formations en ligne sont téléversées dans un système de gestion des apprentissages, où les personnes apprenantes accèdent aux formations. Ce système permet de suivre la participation et les résultats du personnel (Oliveira *et al.*, 2016).

Quelle que soit la modalité de la formation, les organisations doivent s'assurer que les initiatives d'apprentissage apportent une valeur ajoutée et soutiennent l'atteinte de leurs objectifs organisationnels (Knowles *et al.*, 2020; Noe, 2020; Pollock *et al.*, 2015). Les formations en milieu de travail doivent améliorer la performance du personnel ou de l'organisation, sous peine d'être jugées inutiles (Noe, 2020; Pollock *et al.*, 2015). Or, pour juger de l'efficacité d'une formation, certains milieux de recherche et les spécialistes de l'apprentissage en milieu de travail s'intéressent au transfert des apprentissages (Blume *et al.*, 2019; Coucourde, 2023).

1.3 L'inobservation de transfert des apprentissages systématique

Le transfert des apprentissages est généralement défini comme la capacité d'une personne à appliquer dans son environnement de travail ses apprentissages réalisés en contexte de formation (Baldwin et Ford, 1988; Roussel, 2018; Tladi, 2017). Ce transfert est d'ailleurs vu comme étant le but recherché d'une formation en milieu de travail (Baldwin *et al.*, 2017; Noe, 2020; Pollock *et al.*, 2015), puisqu'il traduit les efforts de formation en résultats organisationnels concrets (Ford *et al.*, 2018). Conséquemment, une formation en milieu de travail se doit de produire des changements cognitifs et comportementaux et de développer des compétences essentielles pour l'exécution du travail (Grossman et Salas, 2011; Tladi, 2017). Cependant, plusieurs auteurs soutiennent que les apprenantes et les apprenants ne transfèrent pas systématiquement leurs apprentissages (p. ex. Burke et Hutchins, 2007; Chiaburu *et al.*, 2010; Ford et Weissbein, 1997; Grossman et Salas, 2011; Veillard et Coppé, 2009; Vignoli *et al.*, 2018). Selon Ford *et al.* (2011), la croyance populaire persistante parmi les milieux de recherche concernant le taux de transfert à 10 % provient d'une estimation hypothétique et imagée écrite par Georgenson en 1982 (voir Georgenson, 1982) et reprise par Baldwin et Ford en 1988 dans leur article fondateur sur le transfert des apprentissages. Vingt ans plus tard, Saks et Belcourt (2006) ont questionné des responsables de formation, qui ont estimé à environ 62 % le transfert des apprentissages immédiatement après une formation, 44 % six mois après la formation et à 34 % un an plus tard. Ils ont déterminé que les activités préformation, pendant la formation et après la formation influencent positivement le transfert, sans examiner les raisons spécifiques au manque de maintien du transfert. Pour Ford *et al.* (2011), ces deux estimations s'avèrent vagues et ne représentent pas la réalité. Ils concluent leur réflexion en affirmant que la mesure d'un taux unique de transfert général s'appliquant à l'ensemble des formations est illusoire et proposent plutôt d'adopter diverses stratégies pour planifier et rapporter le transfert des apprentissages de manière contextualisée, comme la définition d'objectifs de transfert réel et la mesure de performance pertinente.

Pour Roussel (2016) ainsi que pour Laker et Powell (2011), la difficulté du transfert serait d'autant plus grande lorsque la personne apprenante doit réaliser un transfert dit éloigné, c'est-à-dire dans les situations où il existe des différences importantes entre les contextes d'apprentissage et les contextes d'application de ces apprentissages, par exemple dans le transfert des compétences interpersonnelles. Cette difficulté du transfert des apprentissages entraîne des conséquences importantes. Pour l'organisation, un manque de formation du personnel ou un manque de transfert des apprentissages pourrait augmenter le nombre d'erreurs, de blessures ou de litiges légaux (Grossman et Salas, 2011), entraînant une perte de temps et d'argent (Baldwin *et al.*, 2017). Pour le personnel, un manque de formation ou de transfert peut réduire

les occasions de progression professionnelle (Lazzara *et al.*, 2021), la confiance en soi au travail (Ammentorp *et al.*, 2007) ainsi que la capacité de s'adapter (Chen *et al.*, 2005) aux changements de procédures de travail ou de technologies ainsi qu'aux autres changements de l'industrie (Diamantidis et Chatzoglou, 2018; Stachová *et al.*, 2019).

Dans un article sur l'état des lieux du transfert en milieu de travail, Baldwin *et al.* (2017) concluent que malgré 30 ans de recherches sur le sujet, la difficulté du transfert des apprentissages reste d'actualité et demeure aussi aiguë. C'est pourquoi les milieux de recherche tentent depuis longtemps de trouver les facteurs qui influencent le transfert. Ces facteurs sont généralement répartis en trois catégories : la personne apprenante, l'environnement et la conception pédagogique (Baldwin et Ford, 1988; Grossman et Salas, 2011).

Bien que la très grande majorité des études sur le transfert aient été réalisées dans un contexte de formation en présentiel, les constats pourraient s'appliquer aux formations en ligne asynchrones. L'appel de Baldwin *et al.* (2017) à étudier les pratiques favorisant le transfert des apprentissages s'applique également aux pratiques spécifiques à la formation en ligne asynchrone.

1.4 L'inégalité de l'application des principes pédagogiques en formation asynchrone

L'application des pratiques de conception pédagogique validées par la recherche s'avère essentielle pour favoriser l'apprentissage, quelle que soit la modalité de formation (Kraiger et Ford, 2021). En effet, plusieurs études (p. ex. O'Grady *et al.*, 2021) et métaanalyses (p. ex. Abrami *et al.*, 2008; Sitzmann *et al.*, 2006; Tallent-Runnels *et al.*, 2006; U.S. Department of Education, 2010) montrent que la formation en ligne asynchrone peut se montrer aussi efficace que la formation en présentiel, pour autant que sa conception se base sur l'application des principes pédagogiques reconnus (Kraiger et Ford, 2021). En réalité, les études qui comparent les modalités en présentiel et en ligne asynchrone confondent l'effet de la modalité, soit les techniques permettant l'accès aux contenus d'apprentissage, et l'effet de l'application des principes d'instruction, soit les techniques permettant d'influencer les processus cognitifs liés à l'apprentissage (Clark, 1994).

Ainsi, certains principes pédagogiques de base comme l'organisation ou le séquençage du contenu, l'engagement des personnes apprenantes, la mise en pratique et le surapprentissage s'appliquent à toutes les modalités de formation (Kraiger et Ford, 2021). D'autres principes s'appliquent particulièrement à la

formation en ligne asynchrone, notamment les principes de contigüité spatiale et temporelle ainsi que les principes de la segmentation, de la redondance, de l'incarnation et de la cohérence (Mayer, 2014a, 2021).

Lorsque la conception d'une formation en ligne asynchrone ne tient pas compte des pratiques validées par la recherche, l'efficacité de l'apprentissage et les résultats des personnes apprenantes peuvent être compromis (Kraiger et Ford, 2021; Shukla *et al.*, 2023). Un des objectifs des pratiques pédagogiques efficaces telles que l'espacement et la structuration des contenus constitue la rétention des connaissances à long terme (Kornell, 2009; Mayer et Pilegard, 2014). Lorsque ces principes ne sont pas appliqués dans une formation en ligne asynchrone, les personnes participantes peuvent avoir du mal à retenir les informations à long terme, ce qui limite la capacité du personnel à modifier leurs comportements en milieu de travail.

Dans les organisations, les membres des équipes de formation sont généralement des personnes qui se sont portées volontaires ou qui ont été désignées par l'organisation pour offrir ou s'occuper de la formation. Aux États-Unis, le programme O.NET constitue la source primaire d'information sur les professions. Selon ce programme, la profession *Training and Development Specialists (13-1151.00)* nécessite au moins un diplôme de baccalauréat universitaire, mais environ 9 % des personnes qui occupent ce poste ne détiennent qu'un diplôme d'études secondaires (National Center for O*NET Development, 2023). Il n'existe pas de données sur les qualifications des personnes œuvrant en formation au Québec ou au Canada, car le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) ne présente pas de classe d'emploi spécifique pour la formation en entreprise. Cependant, il est généralement admis par les personnes dans le domaine que moins de la moitié des personnes formatrices, des concepteurs et conceptrices pédagogiques ainsi que des gestionnaires d'équipe de formation possèdent un diplôme universitaire en lien avec leur poste en formation.

Ce manque de professionnalisation des métiers entourant la formation en milieu de travail a pour conséquence que certaines des personnes impliquées dans la formation ne respectent pas l'ensemble des pratiques validées par la recherche (Pauli, 2020), y compris celles favorisant la motivation et l'engagement des personnes apprenantes, comme la personnalisation et l'incarnation. Pour cette raison, des membres du personnel et des gestionnaires voient la formation en ligne asynchrone comme ennuyeuse et inefficace (Clark et Mayer, 2016). Or, l'intérêt pour les contenus représente l'un des facteurs qui influencent

l'attention que les personnes participantes portent aux contenus et aux activités dans une formation en ligne asynchrone (Shell et Flowerday, 2019).

1.5 Le manque de connaissances sur l'attention envers les activités dans une formation asynchrone

Dans le contexte de la formation, l'attention est définie comme « le niveau d'effort ou d'interaction avec les ressources d'apprentissage » [notre traduction] (Lee *et al.*, 2019, p. 985). Ces ressources d'apprentissage incluent les activités d'apprentissage telles que les textes, les vidéos, les questions et autres activités d'apprentissage, ainsi que les rétroactions reçues après ces activités. Or, Clark et Mayer (2016) soutiennent que les milieux de recherche et personnes praticiennes tiennent pour acquis que les personnes apprenantes sont très attentives lorsqu'elles participent à des formations asynchrones, ce qui serait loin d'être toujours le cas.

Il est pourtant essentiel pour une personne de porter attention aux contenus de formation, car l'attention joue un rôle fondamental dans l'acquisition de nouvelles connaissances ou dans le développement des compétences. En effet, l'attention permet d'abord de sélectionner les contenus qui seront traités dans la mémoire de travail (Knudsen, 2007) et ensuite encodés dans la mémoire à long terme (Mayer, 2014b; Shiffrin et Atkinson, 1969). Puis, l'attention est nécessaire à la compréhension des contenus d'apprentissage (Mayer, 2014b). Toutefois, les personnes apprenantes semblent avoir plus de difficulté à contrôler leurs pensées sans lien avec la tâche lorsqu'elles lisent des textes explicatifs dans un format électronique que dans un format papier, surtout lorsque la tâche de lecture est effectuée sous pression de temps et demande un plus grand effort cognitif, ce qui affecte la compréhension (Delgado et Salmerón, 2021). Les résultats de Delgado et Salmerón portant sur l'attention lors de la lecture à l'écran sont préoccupants, considérant que la lecture constitue le moyen privilégié de diffuser l'information dans les formations en ligne asynchrones. Finalement, l'objectif principal des formations en milieu de travail étant d'influencer les comportements du personnel (Ford, 2021; Noe, 2020), lorsque les personnes apprenantes ne portent pas attention aux contenus de formation et n'acquièrent pas les connaissances, elles ne peuvent mettre en application ou transférer en milieu de travail ce qui est attendu par l'organisation.

Plusieurs facteurs affectent l'attention portée à une formation en ligne asynchrone. Les distractions environnementales, notamment le bruit, la musique, les conversations des collègues ou les enfants lorsque la personne participe à la formation de la maison peuvent nuire à l'attention (Stevens *et al.*, 2020; Vasilev *et al.*, 2018). Pour certaines personnes apprenantes, le manque d'interaction sociale dans une

formation asynchrone pourrait réduire la motivation à y participer et par conséquent, leur attention aux contenus présentés (Chaves, 2009).

Par ailleurs, les formations mal structurées qui présentent des informations confuses peuvent rendre difficiles la concentration et la compréhension (Mayer et Pilegard, 2014). La motivation, les connaissances antérieures et le type des activités d'apprentissage peuvent également influencer l'attention (Shell et Flowerday, 2019). Par exemple, les personnes apprenantes pourraient perdre l'intérêt, et donc l'attention, dans une formation très longue qui ne présente que des activités passives, telles que des textes à lire ou des vidéos à regarder, sans inclure des activités les engageant plus profondément cognitivement (Ratniece, 2018). Selon Delgado et Salmerón (2021), deux éléments affectent l'attention portée aux contenus lorsqu'ils sont en ligne : le fait que le médium en soi active un schéma de traitement superficiel de l'information et la pression ressentie, ou non, lors de l'exécution de la tâche de lecture de ces contenus.

Bien que le problème de l'attention envers les contenus dans les formations asynchrones soit connu et que des milieux de recherche s'attardent aux facteurs qui influencent l'attention, peu d'études ont mesuré réellement l'attention dans ce contexte. Premièrement, la mesure de l'attention est difficile à réaliser (Kainat *et al.*, 2022). Traditionnellement, l'attention était mesurée à l'aide de questionnaires autorapportés (Fredricks *et al.*, 2019) ou à l'aide d'observations de la part des personnes formatrices ou de l'équipe de recherche (p. ex. Naismith et Lajoie, 2018). Ce n'est que depuis peu que les avancées technologiques permettent la mesure de l'attention réelle à l'aide d'appareils tels que des oculomètres et des électroencéphalographes (EEG) (Attfield *et al.*, 2011). Cependant, l'utilisation de ces appareils peut être difficile à mettre en œuvre en milieu de travail, car l'accès direct aux personnes apprenantes peut être limité et les facteurs influençant l'attention abondent. Deuxièmement, les formations en ligne asynchrones en milieu de travail varient considérablement d'une organisation à l'autre en matière de contenus, de formats, de plateformes technologiques et de facteurs organisationnels (ATD Research, 2023; Freifeld, 2023), ce qui rend difficile la standardisation des mesures de l'attention dans un objectif d'étude et de comparaison. Finalement, dans le cadre de la recherche en milieu de travail, des personnes chercheuses pourraient être davantage intéressées à d'autres mesures d'apprentissage et de performance, comme la rétention des connaissances, l'application pratique des compétences, la satisfaction des personnes apprenantes ou les résultats mesurables dans le milieu de travail (Bell *et al.*, 2017).

1.6 Le problème et l'objectif général de recherche

La formation en ligne asynchrone constitue une modalité de formation en plein essor (Mayer, 2019) et le transfert des apprentissages représente l'objectif des formations en milieu de travail (Blume *et al.*, 2019), quelle qu'en soit la modalité. Cependant, le transfert des apprentissages constitue un défi organisationnel important pour le développement des compétences du personnel (Baldwin *et al.*, 2017).

Une mauvaise conception pédagogique dans une formation en ligne asynchrone peut réduire l'attention que les personnes apprenantes portent aux contenus d'apprentissage (Kraiger et Ford, 2021). Cette attention réduite aux contenus peut se solder par une moins grande rétention des contenus (Delgado et Salmerón, 2021), rétention pourtant considérée comme nécessaire au transfert des apprentissages (Kraiger et Ford, 2021).

Un manque de transfert des apprentissages équivaut à un gaspillage de temps, de ressources et d'argent pour l'ensemble des personnes impliquées dans la création, la diffusion et la gestion de la formation ainsi que pour les personnes participant à la formation (Baldwin *et al.*, 2017). De plus, lorsqu'une personne participe à des formations ennuyeuses, elle pourrait ne plus voir la pertinence de la formation en général et ne plus vouloir se former en milieu de travail. Par conséquent, le personnel pourrait être affecté dans son développement professionnel, entraînant une perte de perspectives d'évolution à la fois pour lui-même (Lazzara *et al.*, 2021) et pour l'organisation (Baldwin *et al.*, 2017).

Or, comme le soulignent Kraiger et Ford (2021), les personnes praticiennes ont besoin d'informations crédibles pour trouver des pistes de solutions et augmenter le transfert des apprentissages à la suite d'une formation, incluant les formations offertes dans la modalité asynchrone. Le transfert des apprentissages et la formation en ligne asynchrone ont fait l'objet de multiples études, comme en témoignent les métaanalyses à leur sujet (p. ex. Blume *et al.*, 2010; Ford *et al.*, 2018; Gegenfurtner, 2013; Lee *et al.*, 2019; Martin *et al.*, 2022; Mayer, 2019; van der Kleij *et al.*, 2019; Wisniewski *et al.*, 2020; Wong et Adesope, 2021). La recherche sur l'attention est quant à elle plus récente et il existe moins d'études à ce sujet dans le contexte de la formation en milieu de travail.

Selon la recension des écrits faite à ce jour (voir la [section 2.5](#)), les concepts du transfert et de l'attention n'ont pas encore été étudiés dans le contexte de la formation en milieu de travail. L'attention réelle portée aux activités dans la modalité asynchrone de même que le transfert réel des apprentissages dans ce

contexte sont inconnus. Il semble donc intéressant d'étudier de quelle manière l'attention influence le transfert des apprentissages dans la modalité asynchrone. En conséquence, l'objectif général de la présente étude doctorale était le suivant : **explorer les liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention des connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail.**

1.7 La pertinence scientifique et sociale de l'étude

Une étude doit détenir une pertinence scientifique et sociale. La pertinence scientifique permet d'éviter des études inutiles, en se concentrant sur des questions qui font réellement avancer l'état des connaissances. Une étude socialement pertinente répond à un besoin réel des organisations, du personnel ainsi que de la société. Ce faisant, elle renforce la crédibilité et la légitimité de la recherche en général pour les personnes professionnelles et les personnes ayant un pouvoir décisionnel (Bourgeois, 2021). Cette section présente donc les arguments scientifiques et sociaux justifiant la pertinence de cette étude.

1.7.1 La pertinence scientifique

Trente ans après le texte fondateur de Baldwin et Ford (1988) sur les facteurs influençant le transfert des apprentissages, Baldwin *et al.* (2017) soutiennent que non seulement le problème du transfert est toujours aussi aigu et d'actualité, mais qu'il est temps maintenant de recommencer à s'intéresser au lien entre la conception pédagogique et le transfert, incluant dans la modalité en ligne asynchrone. De plus, dans un article portant sur l'état de la recherche sur le transfert, Ford *et al.* (2018) rapportent que les facteurs favorisant le transfert sont maintenant assez bien connus et prouvés. Ils appellent les milieux de recherche à dorénavant étudier les variables spécifiques et les interventions influençant le transfert ainsi qu'à changer de paradigme en se centrant sur les contextes contemporains et authentiques d'apprentissage, ce qu'a fait la présente étude doctorale.

L'analyse des études sur le transfert révèle qu'elles présentent certaines limites. Premièrement, les personnes chercheuses mesurent généralement les intentions de transfert et non le transfert réel (Vignoli *et al.*, 2018). Or, bien que l'intention de transfert constitue un facteur prédictif important du transfert réel (Roussel, 2011), l'environnement et d'autres facteurs pourraient entraver ce dernier (Blume *et al.*, 2010; Pollock *et al.*, 2015). Ensuite, les personnes chercheuses ne précisent pas souvent les dimensions du transfert qu'ils mesurent (Barnett et Ceci, 2002), rendant difficiles l'analyse et la comparaison des études sur le transfert. Blume *et al.* (2019) confirment ce constat, affirmant que bien que

la performance du personnel joue un rôle central dans le transfert, les études ne décrivent pas les critères utilisés pour la mesurer. Selon Baldwin *et al.* (2017), les études des 30 dernières années sur le transfert des apprentissages évaluent surtout le *quoi* de la relation entre les prédicteurs du transfert et le transfert et il serait maintenant temps d'examiner *comment* cette relation s'établit afin d'améliorer ou optimiser le transfert et de mieux cerner les pratiques de conception pédagogiques qui favorisent le transfert. Aussi, toujours selon ces auteurs, il faudrait revenir à l'étude des pratiques de conception pédagogiques qui favorisent le transfert afin d'améliorer ou d'optimiser le transfert. Du point de vue de l'instrumentation pour la mesure du transfert, Schoeb *et al.* (2021) appellent à privilégier l'utilisation de multiples sources au sein d'une même étude afin de contrer la prédominance des mesures autorapportées ainsi que le recours à des échelles à un grand nombre d'ancrages.

Cette étude doctorale a répondu aux recommandations de Baldwin *et al.* (2017) et de Clark et Mayer (2016), en apportant un éclairage inédit sur l'attention réelle que les personnes portent aux activités offertes dans une formation en ligne asynchrone ainsi qu'aux appels de Clark et Mayer (2016), de Dirkx *et al.* (2015) et de Lee *et al.* (2021) en examinant les effets de l'attention dans des situations authentiques d'apprentissage et non dans des contextes théoriques. En effet, malgré les avancées dans la recherche en neurosciences cognitives, il existe un écart entre les connaissances fondamentales et l'application de ces connaissances dans le monde réel (Lodge et Harrison, 2019). L'utilisation de mesures objectives du traitement cognitif durant l'apprentissage pourrait permettre de bonifier les théories cognitives actuelles de l'apprentissage en ligne (Mayer, 2019). Quant à Lee *et al.* (2021), ils appellent à davantage d'études permettant de déterminer les éléments spécifiques de la conception pédagogique qui influencent l'engagement des personnes participantes. L'utilisation d'appareils tels que l'EEG et l'oculométrie permettrait d'obtenir des données neurophysiologiques du comportement d'apprentissage des personnes participant à une formation en ligne asynchrone (Ben Khedher, 2019). L'intégration des mesures considérées plus objectives, comme les données neurophysiologiques, aux données considérées plus subjectives, telles que les entretiens et données autorapportées, fournirait une compréhension plus complète de la manière dont les différentes dimensions de l'engagement sont influencées par le contexte (Lee *et al.*, 2021). Finalement, la majorité des études portant sur l'attention n'utilisent pas de formation utilisée en contexte réel de travail. Ainsi, cette étude se distingue par son caractère inédit, car elle a étudié l'attention dans un contexte contemporain et authentique de travail et non en laboratoire, comme recommandé par Ford *et al.* (2018) ainsi que Dirkx *et al.* (2015). Elle a également répondu à l'appel de

Jacot *et al.* (2016) de chercher à expliquer les différences dans les résultats des études se penchant sur la relation entre la motivation et le transfert des apprentissages.

Selon Fauth et González-Martínez (2021a), la question du transfert a d'ailleurs été peu étudiée dans le contexte de la formation en ligne asynchrone. Ces auteurs appellent en conséquence à étudier le transfert réel dans un contexte de formation en ligne asynchrone. De son côté, Devos (2005) appelle les personnes chercheuses à explorer le lien entre la rétention de connaissances et le transfert des apprentissages dans cette modalité, comme Kraiger et Ford (2021) appellent à des études se penchant sur les pratiques d'enseignement qui influencent la rétention et par conséquent le transfert des apprentissages. Par ailleurs, Johnson et Brown (2017) invitent les milieux de recherche à se pencher sur la façon dont la pédagogie dans un contexte technologique peut satisfaire les besoins d'apprentissage des personnes apprenantes. Cette étude doctorale a cherché à répondre à ces lacunes dans les connaissances.

1.7.2 La pertinence sociale

Cette étude doctorale a généré plusieurs retombées potentielles. La formation portait sur la manutention des charges, un sujet de santé et sécurité au travail fréquent dans les organisations. Du fait de leur participation à l'étude, les personnes volontaires pourraient avoir diminué leur risque de se blesser et, en conséquence, pourraient avoir réduit leur probabilité d'absentéisme dû aux blessures. De plus, les personnes reçues en entretien ont été amenées à réfléchir à leurs apprentissages et d'une certaine manière, développer leur métacognition. Quant à l'organisation hôte, elle a bénéficié d'une formation en ligne conçue selon les pratiques validées par la recherche et testée auprès d'un groupe d'employés et employées, qu'elle peut déployer dans le reste de l'organisation. Ensuite, elle a obtenu une meilleure compréhension de la manière dont son personnel apprend des connaissances techniques dans des formations en ligne asynchrones et peut en tirer des leçons afin d'améliorer l'impact de ses autres formations en ligne. Finalement, la participation à cette étude pourrait être une occasion pour l'organisation de devenir chef de file en formation dans son secteur d'activité.

De manière plus globale, les résultats de cette étude contribuent à mieux comprendre comment améliorer les formations en ligne asynchrones en guidant les choix pédagogiques dans cette modalité pour augmenter l'apprentissage et le transfert. Les personnes praticiennes dans les organisations et en éducation pourraient se servir des résultats afin de créer des formations de qualité, soutenant davantage le personnel des organisations ou les personnes étudiantes dans le développement de leurs compétences.

En effet, l'analyse et la conception des formations en ligne asynchrones en fonction des informations liées à l'attention plutôt qu'en fonction des évaluations des personnes utilisatrices pourraient aider à justifier les investissements significatifs nécessaires pour la création de formations de qualité (Sethi *et al.*, 2018). De plus, les formations asynchrones de qualité et plus efficaces pourraient augmenter le plaisir du personnel à participer à des formations dans cette modalité et par conséquent à leur acceptabilité. Finalement, une meilleure compréhension de l'influence des processus attentionnels sur l'apprentissage dans un contexte complexe comme la formation en milieu de travail pourrait aider les personnes apprenantes à mieux gérer leur attention et aider le personnel de la formation à mettre en place des initiatives de formation plus efficaces (Lodge et Harrison, 2019).

Comme les formations en ligne asynchrones sont utilisées dans presque tous les domaines de formation et par presque toutes les organisations de moyenne et grande taille, de nombreuses organisations pourraient tirer profit des résultats de cette étude pour que l'apprentissage constitue un réel levier pour l'atteinte de leurs objectifs organisationnels. De même, le milieu de l'éducation se tourne de plus en plus vers cette modalité et pourrait également profiter des conclusions de l'étude.

CHAPITRE 2

CADRE THÉORIQUE

Plusieurs facteurs influencent l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages au milieu de travail suivant la participation à une formation en ligne asynchrone. Quelques modèles théoriques intègrent certains de ces facteurs et revêtent une pertinence particulière dans le cadre de cette étude doctorale. Ce deuxième chapitre vise à définir les concepts clés de l'attention et du transfert des apprentissages ainsi qu'à présenter les principaux modèles théoriques pertinents à l'objectif général de cette étude.

Le concept d'attention sera abordé à la section 2.1, ainsi que les facteurs qui influencent cette attention. Ensuite, le concept du transfert des apprentissages sera défini dans la section 2.2 selon trois perspectives d'étude, soit le contenu à transférer, les résultats de ce transfert et les facteurs qui influencent le transfert. En s'attardant à ces trois perspectives, les éléments théoriques en jeu dans l'acquisition et la rétention des apprentissages ainsi que l'adaptation de ces apprentissages lors de leur application dans un nouveau contexte seront présentés. Cette étude a été effectuée dans un contexte particulier, celui de la formation en ligne asynchrone en milieu de travail. Ce concept sera situé dans la section 2.3, puis les facteurs influençant l'apprentissage dans ce contexte seront exposés.

Aucune étude mesurant l'attention ainsi que le transfert des apprentissages après une formation en ligne asynchrone n'a été recensée. La revue de la littérature effectuée et qui sera présentée dans la section 2.4 met en évidence huit études ayant mesuré le transfert réel dans le contexte de la formation en ligne asynchrone ainsi qu'une étude ayant mesuré l'attention en lien avec la rétention des contenus d'apprentissage. Finalement, le chapitre se terminera par la section 2.5 qui exposera les objectifs spécifiques et les hypothèses de recherche découlant de l'objectif général ainsi que du cadre théorique.

2.1 L'attention

L'attention constitue l'un des processus centraux de l'apprentissage². Pour apprendre, il est nécessaire de porter attention à des contenus ou à des activités d'apprentissage (Charland *et al.*, 2013; Shell et Flowerday, 2019). Cependant, le cerveau humain ayant une capacité limitée d'attention, il ne peut traiter tous les stimulus reçus (LeBlanc et Posner, 2022). Une personne qui apprend choisira donc, consciemment ou non, les contenus d'apprentissage sur lesquels portera son attention. Dans cette section, le concept d'attention sera d'abord défini, suivi des facteurs influençant l'attention.

2.1.1 Le concept de l'attention

Définir l'attention peut s'avérer ardu, car la conception du terme peut prendre différents sens selon qu'il soit utilisé en langage courant ou en recherche, en apprentissage, en neuroscience ou en psychologie. En langage courant, l'attention est définie comme la concentration de l'activité mentale ou la direction dans laquelle une personne « porte attention » (Zomeran et Brouwer, 2020). Elle peut être décrite en fonction du degré ou de quantité d'attention, d'effort fourni ou de durée de l'attention (Zomeran et Brouwer, 2020). Pour Lachaux (2011, p. 15), « il n'existe toujours pas à l'heure actuelle de consensus au sein de la communauté scientifique concernant la définition de l'attention ».

Il est intéressant de noter que plusieurs personnes chercheuses ne définissent pas le terme *attention*, même lorsque ce concept est central à leur étude. C'est le cas, entre autres, de Dirx *et al.* (2015), Metcalfe *et al.* (2015), Naismith et Lajoie (2018), Lodge et Harrison (2019), Shell et Flowerday (2019), Abdo *et al.* (2021) ainsi que LeBlanc et Posner (2022). La confusion est telle autour du terme *attention*, qu'Anderson (2023) parle de fragmentation conceptuelle et milite pour l'arrêt de son utilisation, sans toutefois proposer de terme de remplacement.

Cela dit, dans le domaine de la neuroscience, l'attention est définie en fonction des systèmes physiologiques qui entrent en jeu dans son activation. Dans le *Handbook of Neuroscience for the*

² La définition du concept « apprentissage » varie en fonction du domaine d'étude ainsi que de l'approche épistémologique de la personne chercheuse. Ainsi, l'apprentissage peut être vu comme de la mémorisation d'information autant que comme un changement de comportement (Behlol et Dad, 2010). Dans le cadre de cette étude, l'apprentissage fait autant référence à des savoirs cognitifs qu'à des savoir-faire observés. Plus de détails sont offerts dans la section [2.2](#) sur le transfert des apprentissages.

Behavioral Sciences, Raz (2009) présente l'attention comme étant composée de trois réseaux de contrôle distincts, tout comme Petersen et Posner (2012) dans la *Annual review of neuroscience* :

1. Le système **exécutif**, qui sert à prendre une décision en cas d'informations contradictoires.
2. Le système d'**alerte**, qui permet l'augmentation et le maintien de l'état de préparation à une réponse en vue d'un stimulus imminent.
3. Le système d'**orientation**, qui permet de sélectionner une information spécifique parmi un ensemble de stimulus.

En psychologie cognitive, l'attention est définie par des conceptions qui ne font pas référence aux systèmes physiologiques. Toutefois, il est possible de faire un parallèle entre les trois systèmes de contrôle proposés en neuroscience et les cinq conceptions de l'attention présentées par Zomeran et Brouwer (2020) dans le *Handbook of Neuropsychological Assessment*.

Le système exécutif peut être associé à l'attention exécutive et le système d'orientation à l'attention sélective. Cependant, Zomeran et Brouwer (2020) distinguent la vigilance et l'attention soutenue qui pourraient toutes deux être associées au système d'alerte. Ils ajoutent également la notion d'attention partagée. Pour ces auteurs :

1. L'**attention exécutive** est nécessaire pour l'exécution de presque toutes les tâches humaines. Deux processus entrent en jeu dans l'attention exécutive. En premier lieu, le processus de planification des conflits sélectionne rapidement les schémas mentaux pertinents à partir des stimulus les plus saillants dans l'environnement. En second lieu, le processus de supervision gère les schémas mentaux sélectionnés, en les outrepassant au besoin pour les remplacer par des schémas secondaires.
2. L'**attention sélective** résulte du fait que le cerveau humain a des capacités limitées et ne peut gérer toutes les informations lui arrivant de ses sens. Il doit donc sélectionner les informations nécessaires à la tâche en cours. La sélection peut se faire parmi une seule catégorie de stimulus ou parmi des sources concurrentes d'information. L'attention sélective est volontaire lorsque les stimulus sont filtrés en fonction de buts intérieurs et elle est involontaire lorsque des stimulus externes comme notre nom ainsi qu'un bruit ou une lumière forte captent automatiquement l'attention (Lodge et Harrison, 2019).

3. La **vigilance** constitue un aspect biologique de base de l'attention et peut être vue sur un continuum variant entre une attention minimale pendant le sommeil et une attention élevée pendant l'éveil. L'état de vigilance peut être engendré par la stimulation externe, la stimulation interne physique ou la stimulation cérébrale.
4. L'**attention soutenue** fait référence à l'attention portée à une tâche pendant une période plus ou moins longue. Trois facteurs influencent l'attention soutenue : la durée de la tâche attentionnelle, les manques d'attention et la variabilité individuelle.
5. L'**attention partagée** se manifeste lorsqu'une personne doit porter attention à plusieurs stimulus simultanément plutôt que d'en sélectionner un seul. Dans ces situations, la performance dépend de la capacité de la personne à contrôler son attention et de la stratégie qu'elle utilise pour répartir son attention entre les différents stimulus.

En éducation, le terme *attention* est parfois utilisé de manière interchangeable avec les termes *engagement cognitif* et *absorption cognitive*. À preuve, Ben Khedher *et al.* (2019) définit l'engagement comme suit :

un état mental qui peut être considéré comme de l'attention, de l'implication, de la concentration ou de l'intérêt. Dans le contexte de l'éducation, l'état d'engagement consiste à déployer tous les mécanismes mentaux impliqués dans le traitement de l'information afin d'obtenir des performances d'apprentissage optimales. [notre traduction] (p. 2)

Il convient donc de distinguer ces termes avant d'aller plus loin. Le terme *engagement cognitif* est généralement utilisé dans le contexte plus large du concept de l'*engagement* ou de l'*implication* d'une personne dans une activité d'apprentissage. D'après Fredricks *et al.* (2019), l'engagement englobe des concepts aussi variés que l'implication scolaire, les stratégies métacognitives, les réactions émotives et les comportements en salle de classe. L'engagement comprendrait alors trois dimensions : l'engagement comportemental, l'engagement émotionnel et l'engagement cognitif. Dans ce contexte, l'engagement cognitif se définit comme « le niveau d'investissement cognitif des apprenants dans l'apprentissage, incluant l'autorégulation et l'utilisation de stratégies d'apprentissage profond » [notre traduction] (Fredricks *et al.*, 2019, p. 690). Dans leur définition de l'engagement cognitif, Fredricks *et al.* (2004) mettent l'accent sur l'investissement psychologique de la personne apprenante et incluent la notion de volonté de faire les efforts nécessaires pour comprendre les idées complexes. De même, Dewan *et al.*

(2019) font référence aux efforts volontaires pour apprendre des habiletés difficiles en donnant en exemple l'attention ciblée, la mémoire et la pensée créative. Bien qu'intéressante pour les études sur la persévérance scolaire ou l'adoption d'une modalité de formation, cette définition était trop large pour cette étude et ne prenait pas en compte les mécanismes cérébraux identifiés plus haut.

L'expression *absorption cognitive* est quant à elle utilisée par d'autres personnes chercheuses, comme Léger *et al.* (2014) et Shah et Soror (2019) dans un contexte de l'analyse de l'expérience utilisateur d'une technologie. Dans ce contexte, l'absorption cognitive implique cinq dimensions : une dissociation temporelle où la personne apprenante perd la notion du temps, une immersion ciblée où la personne apprenante ignore les autres demandes attentionnelles, un plaisir accru dans la tâche, un contrôle perçu de la personne apprenante sur l'interaction et une curiosité sensorielle et cognitive (Agarwal et Karahanna, 2000). Lorsqu'une personne apprenante est absorbée cognitivement, elle est plus détendue et moins vigilante et a généralement de meilleurs résultats d'apprentissage (Léger *et al.*, 2014). La notion d'absorption cognitive est donc intéressante dans le contexte d'une étude sur l'expérience d'utilisation d'une application, ce qui n'était pas le cas de la présente étude doctorale. Bien qu'il serait intéressant que les personnes participant à une formation en ligne asynchrone se retrouvent dans un état d'absorption cognitive, le contexte de l'expérience utilisateur diffère du contexte d'apprentissage dans une formation en ligne. En conséquence, ce terme était moins pertinent pour cette étude doctorale.

Reste donc le terme *attention*, qui semblait le plus approprié à cette étude. C'est d'ailleurs le terme utilisé par Sethi *et al.* (2018) ainsi que LeBlanc et Posner (2022) dans leurs études en éducation lorsqu'ils désignent l'attention sélective volontaire à un contenu de formation. Pour ces auteurs, l'attention est une concentration de ressources mentales et physique afin de discerner l'information la plus pertinente dans l'environnement. LeBlanc et Posner (2022) ajoutent que les objets de notre attention influencent à leur tour ce que nous percevons et expérimentons et, par conséquent, ce dont nous nous souvenons. Knudsen (2007) adopte également ce point de vue, mais ajoute des précisions sur les mécanismes neuronaux d'attention :

l'attention n'est pas « déployée », mais constitue plutôt une compétition permanente entre les hiérarchies de traitement de l'information qui se disputent l'accès à la mémoire de travail. [...] Les mécanismes de l'attention sont responsables de la sélection des informations qui accèdent à la mémoire de travail. Quatre processus sont fondamentaux

pour l'attention : (a) la mémoire de travail, (b) la sélection compétitive, (c) le contrôle descendant de la sensibilité et (d) le filtrage des stimulus susceptibles d'être importants sur le plan comportemental (filtres de saillance). [notre traduction] (p.73)

Ainsi, du point de vue des mécanismes cérébraux liés à la mémoire, l'attention est une des premières étapes du traitement de l'information. En effet, elle sert à sélectionner les stimulus qui entrent dans la mémoire de travail et qui seront par la suite encodés dans la mémoire à long terme afin d'être éventuellement récupérés pour être utilisés (Shiffrin et Atkinson, 1969). Pour Clark et Mayer (2016), dans un contexte d'apprentissage, en plus de l'attention portée au matériel d'apprentissage pertinent, l'attention inclut l'organisation mentale du matériel dans une structure cohérente et l'intégration du matériel aux connaissances antérieures.

Dans le contexte de la formation en milieu de travail, l'attention semble être un acte principalement volontaire alors que l'engagement cognitif ou l'absorption cognitive seraient plutôt un état. De plus, il a été établi que l'attention sélective permet de filtrer les informations pertinentes des distractions et que l'attention soutenue sur une période prolongée est nécessaire pour bien assimiler le contenu d'apprentissage. Aucune des définitions recensées dans les articles n'englobe l'ensemble de ces éléments. En conséquence, l'attention a été définie dans cette étude comme *la capacité de focaliser consciemment et sélectivement son esprit sur un contenu d'apprentissage spécifique, tout en excluant les distractions et en maintenant un niveau élevé de vigilance*.

2.1.2 Les facteurs influençant l'attention en contexte d'apprentissage

La présente étude doctorale a cherché à identifier les effets de l'attention sur le transfert. La recension des écrits a permis d'identifier, parmi les connaissances actuelles issues de la recherche, plusieurs facteurs qui influencent l'attention. Ces facteurs ne représentent pas des concepts en soi, mais bien des éléments qui ont été contrôlés pendant l'étude par le choix des personnes participantes, dans la conception de la tâche ou dans les conditions d'exécution de la tâche.

D'abord, **la nature de la tâche** elle-même peut jouer un rôle important dans l'attention. Les tâches qui sont nouvelles, intéressantes, stimulantes ou significatives ont tendance à captiver davantage l'attention (Shell et Flowerday, 2019). Selon la théorie de l'autodétermination de Ryan et Deci (2018), ces caractéristiques de la tâche pourraient augmenter la motivation intrinsèque à apprendre et, par

conséquent, l'attention. D'un autre côté, le niveau de complexité de la tâche ou la charge cognitive nécessaire pour l'exécuter peuvent influencer la capacité à maintenir l'attention (Treisman, 2009). Naismith et Lajoie (2018) ont analysé les énoncés de pensée formulés à voix haute par les personnes participantes pendant qu'elles lisaient la rétroaction à des études de cas dans une formation en ligne asynchrone, formulée comme une solution d'experts. Ils ont trouvé que le fait d'avoir une mauvaise réponse à une activité d'apprentissage augmentait de 4,56 fois la probabilité de porter attention à une rétroaction, au-delà de la saillance des contenus ou de leur position sur l'écran. Enfin, Wang et Hsu (2014) ont trouvé un lien significatif positif entre l'attention mesurée avec un casque EEG à trois électrodes et l'expérience de *flow*, qui est atteint par l'équilibre entre le niveau de difficulté et la compétence de la personne apprenante.

Ensuite, les stimulus **émotionnellement** chargés ont tendance à attirer davantage l'attention (Aksaray et Ozcelik, 2023). Par exemple, des stimulus menaçants ou des émotions négatives peuvent déclencher une réponse attentionnelle plus forte (Fox *et al.*, 2011; LeBlanc et Posner, 2022). Au contraire, les stimulus chargés d'émotions positives peuvent diminuer la concentration et augmenter la sensibilité aux distractions (LeBlanc et Posner, 2022).

L'**intérêt** peut également influencer l'attention des personnes apprenantes (Shell et Flowerday, 2019). Selon Shah et Soror (2019), la curiosité est significativement liée à l'absorption cognitive. De plus, Shell et Flowerday (2019) affirment que l'intérêt influence l'attention. D'après ces auteurs, l'intérêt active le système neuronal de récompense ou les émotions, ce qui avive l'attention des personnes participant à une formation. Ainsi, en contexte d'apprentissage, les objectifs personnels d'une personne apprenante orientent son attention vers les éléments qui lui semble les plus pertinents pour atteindre ces objectifs (Rouet et Britt, 2011; Shell *et al.*, 2010).

De leur côté, les **connaissances antérieures** influencent également l'attention (Shell et Flowerday, 2019) en créant des schémas et des associations mentales qui facilitent la perception et la compréhension de nouvelles informations. Dans leur étude sur l'effet des connaissances préalables sur l'attention, Kim et Rehder (2011) concluent que les changements d'attention peuvent être la cause et l'effet de l'apprentissage. En effet, d'un côté, une personne peut diriger son attention vers les éléments pertinents en lien avec ses connaissances préalables, favorisant l'apprentissage et la consolidation de nouvelles informations. D'un autre côté, suivant un apprentissage, une personne portera son attention vers les

éléments les plus pertinents pour la tâche à effectuer. De plus, les connaissances emmagasinées dans la mémoire sémantique peuvent aider ou nuire à diriger son attention vers des mots ou des objets spécifiques en fonction de la proximité sémantique des éléments entourant la cible (Chen et Hutchinson, 2019).

D'autre part, les **caractéristiques individuelles** peuvent aussi influencer l'attention. Les troubles psychologiques ou physiologiques tels que le déficit d'attention, l'anxiété, la dépression ou la schizophrénie affectent la capacité des individus à porter attention (Kaspar et König, 2012). Le niveau d'extraversion/introversion affecte également la capacité des individus à porter attention dans un contexte bruyant, les personnes introverties étant plus sensibles au bruit que les personnes extraverties (Moradi *et al.*, 2019). Selon Petersen et Posner (2012), il existe des différences individuelles dans l'efficacité physiologique des trois grands systèmes attentionnels (système d'alerte, d'orientation et exécutif), et ce, indépendamment les uns des autres. Les gènes et des facteurs environnementaux interagiraient pour affecter l'attention, mais il y aurait peu de connaissances à ce sujet en ce moment. Pour Dweck *et al.* (2004), l'allocation de l'attention sélective dépend de l'état d'esprit des personnes apprenantes. Les personnes avec un état d'esprit fixe (*fixed mindset*) croient que leurs capacités sont des traits immuables qu'il n'est pas possible de modifier par l'apprentissage. Au contraire, les personnes avec un état d'esprit dynamique (*growth mindset*) croient qu'elles peuvent apprendre et améliorer leurs capacités avec de l'effort (Masson, 2020). Dans une étude mesurant l'attention dans une formation en ligne, Dweck *et al.* (2004) ont trouvé que, dans les rétroactions, les personnes avec un état d'esprit fixe portaient plus attention aux informations en lien avec leur performance et moins aux informations en lien avec le contenu. De leur côté, les personnes avec un état d'esprit dynamique ont porté autant attention aux informations en lien avec leur performance qu'aux informations qui pouvaient soutenir leur apprentissage, et ce, même si elles avaient obtenu une bonne réponse.

Finalement, **l'environnement physique et social** peut affecter l'attention. Les distractions externes, telles que le bruit, les mouvements, les interruptions ou les stimulus visuels saisissants, peuvent détourner l'attention. De même, un environnement stressant ou surchargé d'informations peut rendre difficiles la concentration et la focalisation attentionnelle (Stevens *et al.*, 2020; Vasilev *et al.*, 2018).

En conclusion de cette section, l'attention est un processus central de l'apprentissage, mais le cerveau humain a une capacité limitée d'attention. Pour apprendre efficacement, il est essentiel de porter

attention à des contenus ou à des activités d'apprentissage spécifiques. L'attention peut être considérée comme un acte volontaire, jouant un rôle important dans la capacité à filtrer les informations pertinentes des distractions et à maintenir un niveau élevé de vigilance. Les facteurs qui influencent l'attention comprennent la nature de la tâche, les émotions, la motivation, les connaissances antérieures, les caractéristiques individuelles ainsi que l'environnement physique et social d'apprentissage. En tenant compte des différents aspects de l'attention et des facteurs qui l'influencent, il est possible de concevoir des environnements d'apprentissage qui favorisent la rétention des connaissances et le transfert des apprentissages.

2.2 Le transfert des apprentissages

Le but ultime d'une formation en milieu de travail est de provoquer des changements cognitifs et comportementaux durables ainsi que de développer des compétences essentielles pour l'exécution du travail (Grossman et Salas, 2011; Tladi, 2017), que cette formation soit offerte dans une organisation privée, à but non lucratif ou gouvernementale. Lorsque les apprentissages ne sont pas transférés dans le milieu de travail, les efforts de formation sont souvent perçus comme vains, tant par des personnes praticiennes que par des personnes chercheuses comme Barnett et Ceci (2002). Mais qu'entend-on par transfert des apprentissages en milieu de travail?

Il n'existe pas de définition consensuelle du transfert dans la littérature. Schoeb *et al.* (2021) invitent les scientifiques à considérer trois composantes pour définir et opérationnaliser le transfert : l'adaptation des apprentissages, la fréquence d'utilisation des apprentissages et la performance lors de la mobilisation des apprentissages. Aucune des définitions recensées ne faisait clairement et simplement référence à ces trois composantes. En conséquence, et en s'inspirant des travaux de Roussel (2011), Schoeb *et al.* (2021) ainsi que Baldwin et Ford (1988), cette étude retient la définition suivante : *utilisation efficace et continue dans le temps des savoirs, savoir-faire et savoir-être acquis en formation et adaptée aux nouvelles situations d'application en milieu de travail.*

Par ailleurs, les études sur le transfert sont généralement abordées selon trois grandes perspectives :

1. le contenu acquis en formation et transféré en contexte de travail;
2. les résultats du transfert en termes de performance; et

3. les facteurs qui influencent le transfert lors des situations de travail dans lesquelles le transfert s'opère.

Ces perspectives serviront de cadre aux sections suivantes, qui en détailleront les principaux éléments.

2.2.1 Le concept du transfert selon le contenu à transférer

Lorsqu'il s'agit de préciser le contenu transféré à la fin d'une formation, la plupart des auteurs le font en termes de savoirs de différentes natures. En milieu de travail, les savoirs sont généralement catégorisés en trois grands domaines : les savoirs (connaissances ou *knowledge*), les savoir-faire (habiletés ou *behaviours*) et les savoir-être (attitudes) (Anderson *et al.*, 2001; Kraiger *et al.*, 1993). Dans tous les cas, il est principalement question des savoirs explicites, c'est-à-dire de savoirs qui sont codifiés, structurés et facilement transférables entre des personnes. Par opposition, les savoirs tacites reposent sur des expériences personnelles et sont plus difficilement exprimables en mots (Rivard et Lauzier, 2023).

Le domaine des savoirs (connaissances) peut être subdivisé en quatre catégories de connaissances (Anderson *et al.*, 2001) :

1. Les connaissances **factuelles** : informations de bases nécessaires pour se familiariser avec une discipline ou pour résoudre les problèmes liés à cette discipline, comme les détails spécifiques de contenu et la terminologie. Par exemple : les définitions des mots *poids*, *volume*, *instabilité*, *centre de gravité*.
2. Les connaissances **conceptuelles** : informations sur les interrelations entre les éléments de base dans un schéma mental plus large, comme les principes, les modèles, les théories, la classification, les catégories, etc. Les connaissances conceptuelles sont liées à une compréhension plus profonde des connaissances factuelles. Par exemple : les règles d'alignement postural, de bras de levier, de mise sous charge et d'utilisation de la charge.
3. Les connaissances **procédurales** : informations permettant de déterminer comment faire les tâches ainsi que les critères pour utiliser des habiletés, des méthodes, des techniques spécifiques à un domaine. Dans cette taxonomie, les connaissances conditionnelles, telles que les contextes dans lesquels utiliser une procédure, font également partie des connaissances procédurales. Par exemple : comment effectuer une transition par phase?

4. Les connaissances **métacognitives** : Ajout de Anderson *et al.* (2001) aux travaux originaux de Bloom des années 1950, cette catégorie comprend entre autres les informations sur la façon dont une personne capture et traite les informations spécifiques au domaine, les informations sur les demandes cognitives pour les différentes tâches ainsi que la façon dont les tâches sont autoévaluées. Cette catégorie comprend également la connaissance de soi, de ses forces et de ses faiblesses, ainsi que de son niveau de connaissances dans le domaine d'apprentissage. Par exemple : l'autoévaluation de sa capacité à évaluer un environnement de manutention.

Ford (2021) catégorise également les connaissances en quatre types de manière similaire à Anderson, mais en substituant les connaissances métacognitives par les connaissances **stratégiques**. Ces connaissances comprennent les principes et stratégies généralisables pour une meilleure performance au travail. Ces connaissances sont acquises par l'expérience, sont la preuve d'une compréhension approfondie de la complexité des tâches et permettent d'identifier les actions efficaces dans diverses situations.

Les savoirs du domaine cognitif sont développés par des activités d'apprentissage telles que des présentations magistrales, des études de cas, des discussions, des réflexions, etc. Les tests avec des questions à choix multiples sont utilisés fréquemment pour mesurer les connaissances (Attali et van der Kleij, 2017). Plus récemment, les milieux de recherche ont commencé à explorer des formats d'évaluation alternatifs pour mesurer les différents types connaissances, tels que la cartographie conceptuelle, l'utilisation de portfolios et des mesures basées sur la performance (Schrader et Lawless, 2004).

Dans la taxonomie d'Anderson (2001), les savoir-faire réfèrent aux habiletés techniques ou motrices. Selon Ford (2021), il existe trois types d'habiletés : cognitives, perceptuelles et motrices. Les habiletés cognitives permettent de déterminer quoi faire, quand le faire et dans quelles circonstances il est pertinent d'appliquer ces habiletés. Les habiletés perceptuelles permettent de détecter les informations dans l'environnement et de sélectionner celles qui sont pertinentes à la situation et pour l'action. Les habiletés motrices réfèrent à la coordination des mouvements permettant d'accomplir la tâche de la bonne façon.

Le développement des habiletés s'appuie sur des connaissances factuelles, des connaissances procédurales ainsi que sur la pratique (Ajumunisha Ali Begam et Tholappan, 2018; Kraiger *et al.*, 1993). Selon Kraiger *et al.* (1993), de même que selon Ford (2021), les trois phases de l'acquisition d'une habileté sont :

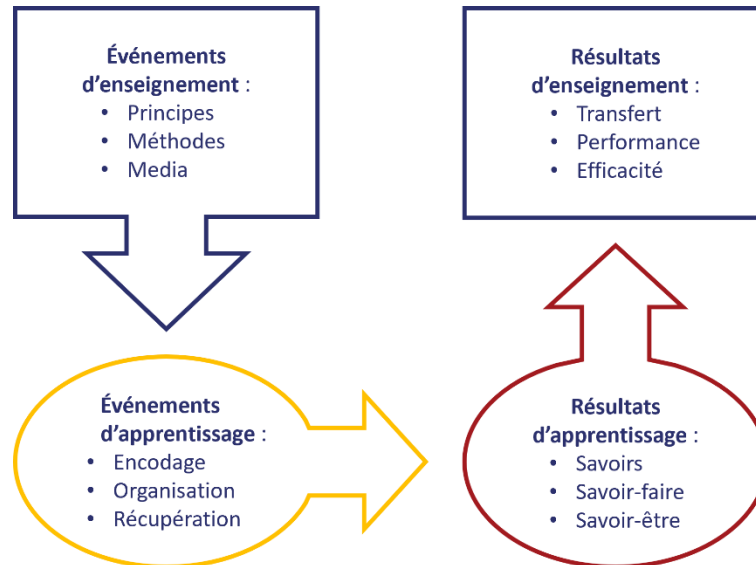
1. L'**acquisition** : Dans cette phase, les personnes apprenantes transforment les connaissances factuelles en connaissances procédurales. Les tâches sont effectuées à partir de la mémoire de travail et requièrent parfois une verbalisation des actions. La performance est lente.
2. La **compilation** : Cette phase nécessite de la pratique au-delà de la réussite initiale de la tâche. La performance des personnes apprenantes s'améliore, le nombre d'erreurs diminue et la verbalisation est moins nécessaire.
3. L'**automatisation** : Cette phase survient lorsque les personnes apprenantes sont capables de faire la tâche avec un minimum de charge mentale et moins d'attention. Les personnes qui ont réussi à automatiser une tâche sont plus susceptibles de reconnaître les conditions de réalisation de la tâche.

Les activités pour développer les savoir-faire dépendent de la complexité de la tâche et incluent, en gradation de développement, l'observation, la pratique guidée, la répétition ainsi que l'articulation de deux tâches motrices simultanément. Dans le livre de Armstrong sur la rédaction des objectifs d'apprentissage (1970), Dave a développé une taxonomie pour ce domaine qui culmine avec la naturalisation du savoir-faire, c'est-à-dire l'automatisation de deux habiletés ou plus réalisées avec constance et facilité, sans fatigue physique ou mentale (Hoque, 2016). Les activités motrices sont évaluées en termes de précision ou de vitesse d'exécution (Ajumunisha Ali Begam et Tholappan, 2018).

Finalement, les savoir-être englobent les attitudes, la motivation et les autres éléments internes et affectifs qui ont une incidence sur les comportements (Ford, 2021; Kraiger *et al.*, 1993). Le savoir-être professionnel, par exemple l'audace, le respect, la maturité, etc., est une « connaissance qui permet à une personne de se représenter les comportements professionnels qu'elle doit manifester, lors de la réalisation de ses tâches, dans des situations particulières » (Boudreault, 2017, p. 4). Dans cette perspective, le savoir-être est un savoir implicite et ne peut être développé que par des activités d'apprentissages expérientielles (Boudreault, 2017), telles que le coaching, le mentorat, les ateliers de discussion, les jeux de rôles, etc. Habituellement, les attitudes sont mesurées à l'aide de données autorapportées sur des échelles de Likert (Schrader et Lawless, 2004).

Le cadre pour les systèmes de formation de Kraiger et Ford (2021), illustré à la figure 1, montre une relation claire entre les connaissances et le transfert des apprentissages.

Figure 1 — Cadre pour les systèmes de formation



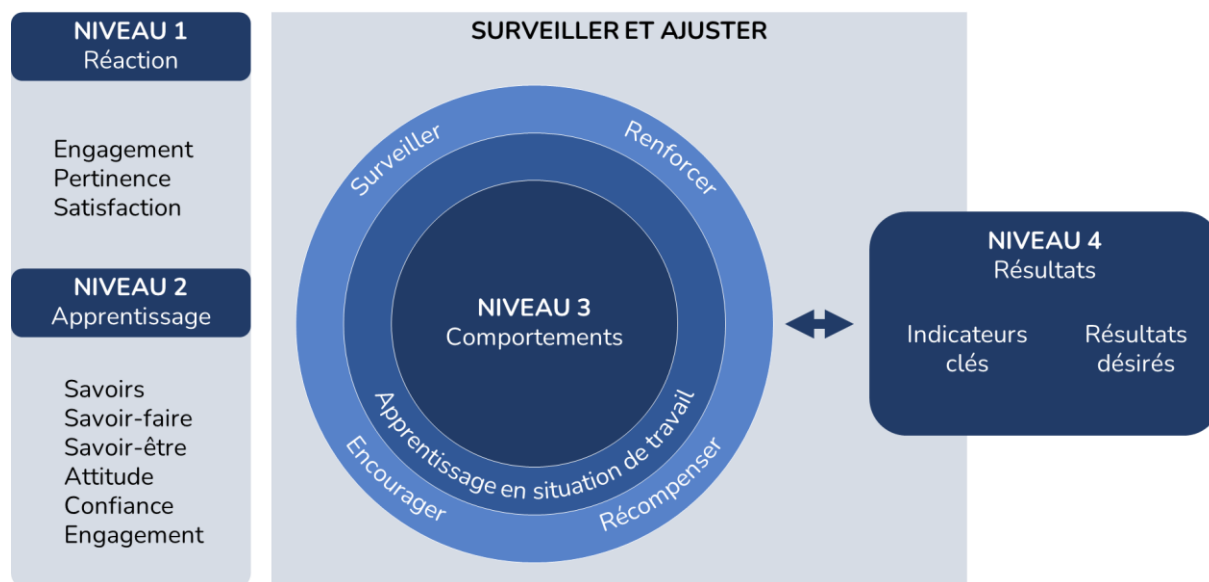
[notre traduction] (Kraiger et Ford, 2021, p. 48)

Dans ce modèle, les événements d'apprentissage et les résultats d'apprentissage jouent un rôle de médiateur dans la relation entre les événements d'enseignement en formation et les résultats de la formation. Ainsi, les événements d'enseignement efficaces facilitent l'acquisition et la rétention (encodage, organisation et récupération) de nouveaux savoirs, savoir-faire et savoir-être, qui à leur tour se traduisent par des résultats en milieu de travail, dont la performance et le transfert des apprentissages. Dans ce contexte, l'acquisition fait référence à l'encodage initial des connaissances, tandis que la rétention fait référence au maintien dans le temps de la capacité d'une personne à récupérer en mémoire les connaissances (McNamara et O'Reilly, 2002; Radvansky *et al.*, 2022). Il est à noter que la force du lien entre les résultats d'apprentissage et le transfert des apprentissages est variable d'une étude à l'autre (Péters *et al.*, 2016).

2.2.2 Le concept du transfert selon les résultats obtenus

Plusieurs études ont cherché à clarifier les résultats du transfert des apprentissages (Schoeb *et al.*, 2021). Par exemple, l'évaluation des comportements est l'élément central du nouveau modèle d'évaluation de la formation de Kirkpatrick et Kirkpatrick (2016), comme on peut le voir à la figure 2.

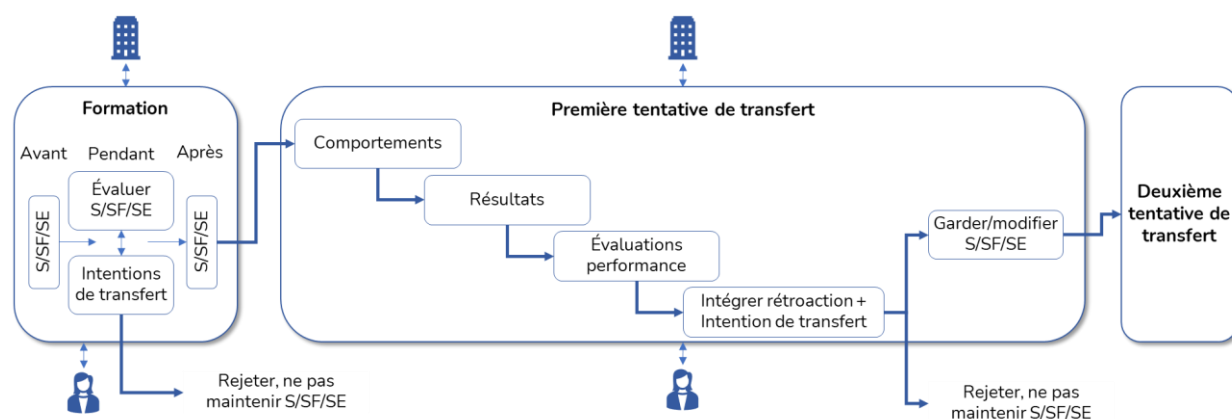
Figure 2 — Modèle d'évaluation de la formation



[notre traduction] (Kirkpatrick et Kirkpatrick, 2016, p. 11)

Tant dans le modèle de Kraiger et Ford (2021) illustré à la figure 1 que dans le modèle dynamique du transfert de Blume *et al.* (2019) illustré à la figure 3, le transfert des apprentissages est l'un des résultats attendus d'un événement de formation. Le modèle dynamique du transfert décrit quant à lui le processus de transfert en termes d'effets de la formation sur l'adoption de nouveaux comportements, des résultats concrets de ces comportements et des intentions de maintenir dans le temps les nouveaux comportements. L'expérience vécue lors de chaque tentative de transfert, soit les résultats des comportements adoptés, l'évaluation de la performance ainsi que la rétroaction reçue, influence les tentatives suivantes. Ce modèle est intéressant pour cette étude, car il tient compte des résultats obtenus et de l'autoévaluation de la performance dans le processus de décision du transfert. Il sera donc expliqué plus en détail.

Figure 3 — Modèle dynamique du transfert



Note. S = savoirs; SF = savoir-faire; SE = savoir-être
[notre traduction] (Blume *et al.*, 2019, p. 272)

Le transfert englobe le maintien et l'utilisation des apprentissages à long terme ainsi que la généralisation des apprentissages à plusieurs contextes (Blume *et al.*, 2019; Ford *et al.*, 2018). Dans cette perspective, le transfert peut être vu comme une série de choix que la personne apprenante fait dans la sélection des savoirs, savoir-faire et savoir-être appris en **formation** afin de les appliquer en milieu de travail (Baldwin *et al.*, 2017). En conséquence, l'expérience vécue en formation ainsi que les intentions de transfert développées pendant la formation influencent la première tentative de transfert. Dans la figure 3, les icônes des édifices et des personnes représentent les facteurs environnementaux et individuels qui influencent également le transfert.

Une tentative de transfert commence par la mise en application de **nouveaux comportements**. Comme relevé par Schoeb *et al.* (2021) dans un article récent portant sur la définition et l'opérationnalisation du transfert des apprentissages, certaines personnes chercheuses mettent l'accent sur l'application des nouveaux apprentissages. À titre d'exemple, Vignoli *et al.* (2018, p. 66) définissent le transfert des apprentissages comme étant « l'application au travail de ce qui a été appris pendant la formation » [notre traduction].

L'application de nouveaux comportements engendre nécessairement des **résultats**, qu'ils soient positifs ou négatifs. Les résultats sont généralement définis en termes d'efficacité ou de performance, comme le nombre d'unités produites, le volume de vente, la vitesse d'exécution, etc. D'ailleurs, certaines personnes chercheuses dans le domaine du transfert mettent l'accent sur l'efficacité dans l'application des

apprentissages réalisés plutôt que sur l'application des nouveaux comportements. C'est le cas de Hua *et al.* (2011, p. 25) qui ont défini le transfert comme étant « la capacité des employés à appliquer, adapter et reproduire efficacement les connaissances, les compétences et les attitudes acquises dans le cadre des programmes de formation dans un environnement professionnel » [notre traduction].

Dès lors que des résultats sont produits, ils sont évalués. L'**évaluation de la performance** après la mise en application de nouveaux comportements peut être une autoévaluation ou une évaluation du milieu. Les personnes chercheuses opérationnalisant le transfert comme un effet sur le rendement découlant de la mise en application des apprentissages adoptent cette perspective. Grossman et Salas (2011, p. 104) font partie de cette catégorie avec la définition suivante du transfert : « mesure dans laquelle l'apprentissage résultant de la formation est transféré au travail et entraîne des changements pertinents dans les performances professionnelles » [notre traduction].

Comme l'évaluation de la performance peut être affectée par des éléments hors du contrôle de la personne apprenante, la rétroaction reçue du milieu peut être jugée plus ou moins utile par ce dernier. De fait, chaque personne reçoit et réagit à la **rétroaction** à sa manière.

Ainsi, la perception positive ou négative de l'expérience de transfert vécue jusqu'à ce moment influence les **intentions de transfert**, c'est-à-dire l'intention de conserver ou de rejeter les nouveaux comportements. Si la personne décide de persévérer dans les nouveaux comportements, elle se risquera à une nouvelle tentative de transfert et ainsi de suite, jusqu'à ce que les nouveaux comportements soient la norme.

Le modèle dynamique du transfert est intéressant pour cette étude, car ses éléments ont pu être utilisés lors des entretiens semi-dirigés pour aider les personnes participantes à expliciter leurs tentatives de transfert, comme l'a fait Coucourde (2023). Toutefois, Blume *et al.* (2010) ne détaillent pas les effets de chacun des éléments survenant pendant la formation sur l'adoption des comportements lors de la première tentative de transfert.

L'objet de cette étude visait à évaluer les effets des activités qui permettent d'acquérir les savoirs, savoir-faire et savoir-être dans le contexte d'une formation en ligne asynchrone sur la sélection et la mise en application des comportements lors des premières tentatives de transfert. Les résultats pourraient servir à préciser le modèle dynamique du transfert.

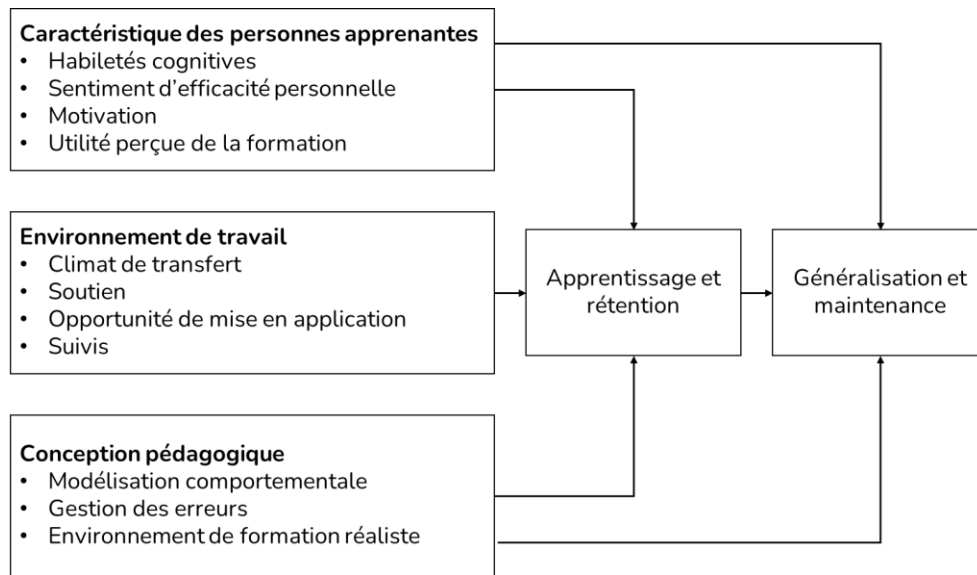
2.2.3 Le concept du transfert selon les facteurs d'influence

Dans un texte fondateur sur le transfert des apprentissages, Baldwin et Ford (1988) ont proposé un modèle regroupant les facteurs influençant le transfert des apprentissages en trois catégories : les caractéristiques de la personne apprenante, la conception pédagogique de la formation et l'environnement de travail. Plusieurs auteurs ont par la suite mis à jour les facteurs inclus dans ce modèle, dont Ford et Weissbein (1997), Burke et Hutchins (2007), Blume *et al.* (2010), Grossman et Salas (2011) et Roussel (2011). Ce modèle étant largement accepté par les milieux de recherche en transfert des apprentissages, il apparaît indispensable d'en tenir compte dans cette étude. Ce modèle regroupe les facteurs influençant le transfert de la manière suivante :

- les **caractéristiques de la personne apprenante** : capacité cognitive, sentiment d'efficacité personnelle, motivation, utilité perçue de la formation, ouverture aux changements, métacognition;
- l'**environnement de travail** : climat de transfert, soutien réel, possibilités de mise en application, suivi, perception du soutien du gestionnaire et des pairs, perception des impacts positifs et négatifs du transfert; et
- la **conception de la formation** : modélisation comportementale, gestion des erreurs, environnements de formation réalistes, application des principes d'apprentissage, modalité de formation.

Ces trois catégories de facteurs influencent à la fois l'acquisition et la rétention du contenu ainsi que la généralisation et le maintien dans le temps des apprentissages. De plus, la manière dont la personne apprenante aura acquis le contenu et ce qu'elle en retient joue également un rôle dans le transfert de ses apprentissages (Baldwin et Ford, 1988). Bien que l'ensemble des facteurs impactent le degré de transfert, certains ont plus d'importance que d'autres. Par exemple, des mises en situation et des problèmes près de la réalité des apprenants favorisent plus le transfert que la présentation décontextualisée des contenus (Hajian, 2019). La figure 4 reprend la version de Grossman et Salas (2011), celle-ci étant l'une des plus récentes versions de ce modèle. Chacune des catégories du modèle est détaillée dans le texte qui suit la figure.

Figure 4 — Modèle du processus de transfert de Grossman et Salas



[notre traduction] (Grossman et Salas, 2011, p. 106)

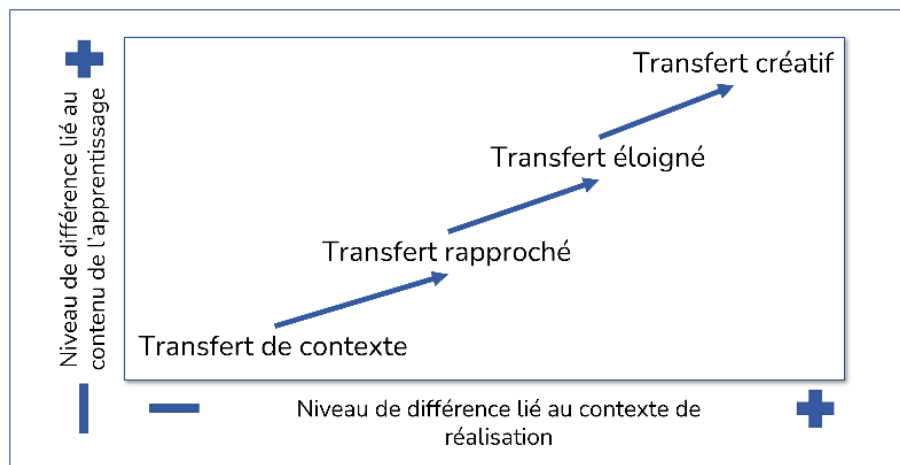
Dans la catégorie des **caractéristiques des personnes apprenantes**, Johnson et Brown (2017) affirment, en se basant sur plusieurs métaanalyses, que les jugements d'utilité des personnes apprenantes sont souvent un meilleur prédicteur du transfert que la performance de la personne pendant la formation. Ils affirment également que les capacités de métacognition et les stratégies d'autorégulation des personnes apprenantes sont directement liées à la performance dans la formation et au transfert. Selon Lim et Morris (2006), le nombre d'années d'expérience à la tâche est une autre caractéristique de la personne apprenante qui influence le transfert des apprentissages. Selon la métaanalyse de Blume *et al.* (2010), trois caractéristiques personnelles ont une taille d'effet moyenne sur le transfert, soit la capacité cognitive (.37), la conscience professionnelle (.28) et la participation volontaire (.34). Trois autres caractéristiques ont une taille d'effet faible à modérée, soit le névrosisme (.19), le sentiment d'efficacité personnel préformation (.22) ainsi que la motivation (.23). Finalement, l'intention de transfert est un facteur prédictif important du transfert réel. Cependant, le transfert réel est rarement mesuré (Vignoli *et al.*, 2018).

La catégorie **environnement de travail** est parfois considérée comme ayant plus d'impact sur le transfert que la catégorie conception pédagogique de la formation, car l'environnement ou le climat de transfert peut empêcher une personne apprenante de mettre en pratique ce qu'elle a retenu du contenu d'une formation. De même, une personne apprenante qui n'a pas l'occasion de mettre en pratique ce qu'elle a appris en formation ne sera jamais en mesure de transférer ses apprentissages (Pollock *et al.*, 2015). D'une

part, l'environnement de travail peut être très différent de l'environnement dans lequel s'est déroulée la formation. D'autre part, plus le contenu et le contexte de réalisation de la tâche en formation ressemblent au contenu et au contexte de réalisation de la tâche dans le milieu de travail, plus facilement les personnes apprenantes pourront transférer (Roussel, 2011, 2016). Blume *et al.* (2010) ont calculé une taille d'effet élevée pour le soutien du superviseur (.31) ainsi que le climat de transfert (.27) et faible pour le soutien des pairs (.14) ainsi que les contraintes environnementales (.05).

Ainsi, à la croisée des catégories *environnement de travail* et *conception pédagogique*, la typologie du transfert de Roussel a été conçue pour le contexte de la formation en milieu de travail. Illustrée à la figure 5, elle catégorise le transfert des apprentissages en fonction du degré de différence dans les contenus et dans les contextes entre la situation d'apprentissage et la situation de mise en application. Elle présente quatre niveaux de transfert.

Figure 5 — Typologie de transfert de Roussel



(Roussel, 2011, p. 32)

Le transfert de **contexte** se produit lorsqu'il n'y a pratiquement aucune adaptation à faire dans le contenu et que le contexte d'application diffère un peu entre le milieu d'apprentissage et le milieu d'application, comme la présence d'imprévus, la présence de collègues ou la pression du temps. Par exemple, les apprentissages réalisés lors d'une formation à la tâche sur une machine dans une usine sur une ligne de production réelle requièrent très peu d'adaptation lorsqu'ils sont appliqués sur la même ligne de production après la formation.

Le transfert **rapproché** implique une certaine adaptation des contenus appris en formation et une certaine différence entre les contextes d'apprentissage et d'application. Les compétences techniques sont généralement considérées comme de bons exemples de situations de transfert rapproché. Ainsi, l'application d'une procédure pour utiliser un équipement comme une lance-incendie nécessite peu d'adaptation dans le contenu de l'apprentissage ainsi qu'une adaptation plus ou moins grande dans le contexte de réalisation selon l'environnement dans lequel les pompiers ont été exposés pendant la formation. De même, la manutention des charges dans un entrepôt peut être considérée comme une situation de transfert rapproché.

Le transfert **éloigné** suppose que la personne apprenante adapte de manière importante les contenus dans un contexte d'application assez différent du contexte de formation. Les apprentissages portant sur les compétences interpersonnelles et de gestion font généralement partie de cette catégorie. Ainsi, les apprentissages réalisés dans le cadre d'une formation sur la communication, le leadership ou la gestion de projet, doivent nécessairement être adaptés de manière assez importante de retour en milieu de travail.

Finalement, le transfert **créatif** se produit lorsqu'une personne transpose ses apprentissages réalisés dans un domaine à un autre domaine. Par exemple, lorsqu'une ou un ingénieur applique des connaissances liées à la sécurité informatique à un projet d'ingénierie mécanique, il ou elle réalise un transfert créatif.

La troisième et dernière catégorie du modèle de Baldwin et Ford (1988) est la **conception pédagogique**. En effet, pour transférer les apprentissages, les personnes apprenantes doivent d'abord retenir le contenu de la formation (Grossman et Salas, 2011) et la rétention peut être influencée par la façon dont les contenus sont présentés dans la formation (Masson, 2020; Mayer, 2021). Le transfert ne peut donc s'opérer sans une conception pédagogique qui soutienne la rétention des contenus. En plus de la similarité entre les contextes et contenus de formation et d'application, plusieurs éléments de conception pédagogique favorisent le transfert. Pour Fauth et Gonzales (2021a), l'analyse de besoins, les contenus d'apprentissage, l'application des principes d'apprentissage ainsi que les objectifs d'apprentissage sont parmi les facteurs ayant le plus d'influence sur le transfert. Quant à Blume *et al.* (2010), ils ont calculé des tailles d'effet faibles à modérées pour la présentation positive de la formation (.20), les facteurs de fixation d'objectifs (.08) et prévention des rechutes (-.06). Puis, les conditions de mise en pratique, la rétroaction offerte pendant la formation, la distribution de l'enseignement ainsi que le niveau de surapprentissage influencent l'apprentissage et par conséquent le transfert (Baldwin et Ford, 1988; Masson, 2020).

Finalement, l'enseignement de principes généraux et de principes théoriques en plus des habiletés spécifiques ainsi que l'exposition à une multitude de mises en situation variées favorise le transfert dans différents contextes (Baldwin et Ford, 1988).

Pour synthétiser cette section, il convient de rappeler que la formation en milieu de travail vise à développer des compétences essentielles pour le travail. Le transfert des apprentissages, qui désigne la capacité d'appliquer les apprentissages réalisés en formation dans le contexte professionnel, est dans ce contexte considéré comme crucial. Ce transfert peut être étudié selon trois perspectives : le contenu à transférer, le résultat du transfert ainsi que les facteurs qui influencent le transfert. D'ailleurs, la grande majorité des études sur le transfert est basée sur le modèle des facteurs influençant le transfert de Baldwin et Ford publié en 1988. Toutefois, Laker et Powell (2011) critiquent le modèle de Baldwin et Ford ainsi que l'ensemble des études portant sur le transfert en arguant que les personnes chercheuses ne font pas la différence entre le transfert des compétences techniques et celui des compétences interpersonnelles, alors que cet aspect du contenu de la formation pourrait avoir une grande influence sur le transfert réel, les moyens pour le favoriser ainsi que les facteurs qui l'influencent. De plus, contrairement à la croyance populaire, l'application des principes d'apprentissage dans une formation a plus d'impact sur l'apprentissage, et donc le transfert, que la modalité dans laquelle la formation a été diffusée (Bernard *et al.*, 2009; Kraiger et Ford, 2021).

2.3 La formation en ligne asynchrone

Cette étude a été réalisée dans un contexte de formation en ligne asynchrone en milieu de travail. Étant donné que la mise en œuvre de la formation asynchrone dans le milieu organisationnel diffère de manière assez importante de la mise en œuvre de cette modalité en milieu éducatif, il convient de prendre le temps de bien définir la modalité asynchrone dans le contexte organisationnel, ainsi que les facteurs qui influencent l'apprentissage dans ce contexte. De plus, comme la conception pédagogique d'une formation peut à la fois impacter l'attention, l'acquisition de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages, cette catégorie de facteur sera approfondie dans cette section.

2.3.1 Le concept de la formation en ligne asynchrone

La formation asynchrone n'est pas nouvelle. À la base, la lecture est la forme la plus simple de ce type de formation. Dans les années 1950, Skinner (1958) décrit déjà la formation asynchrone assistée par des moyens technologiques. Il utilise le terme « teaching machine » pour décrire la machine créée par Pressey

dans les années 20 ainsi que celle qu’il a lui-même inventée. La machine à enseigner de Skinner permet d’évaluer les personnes apprenantes en offrant une rétroaction immédiate en fonction des réponses individuelles et permet à chaque personne d’apprendre à son propre rythme. Évidemment, la machine de Skinner tenait compte des avancées technologiques de son époque et n’incluait pas les technologies de l’information telles qu’on les connaît aujourd’hui. Skinner parlait de lui adjoindre un phonographe et précisait que sa programmation pouvait être très complexe, mais elle est loin des avancées de l’Internet, des paquets SCORM³, du xAPI⁴, des réalités virtuelles et augmentées et de l’intelligence artificielle. Néanmoins, cette machine à enseigner peut être considérée comme précurseure de la formation en ligne actuelle.

La formation en ligne est désignée sous de multiples appellations en anglais, incluant : *elearning*, *e-learning*, *computer-based learning*, *computer-based training*, *online learning*, *online teaching*, *computer-assisted instruction*, *online courses*, *web-based instruction*, *telecourses*, *self-paced learning*, *computer-based learning*. En français, le terme *eLearning* est également utilisé, même s’il est considéré comme un anglicisme au Québec. Les termes « cyberapprentissage », « apprentissage virtuel » et « apprentissage électronique » sont également utilisés, mais moins fréquemment qu’« apprentissage en ligne » et « formation en ligne ». En Europe, les termes « e-apprentissage » et « e-formation » sont parfois rencontrés.

Pour Henderson (2003), la formation en ligne désigne un apprentissage à distance qui utilise la technologie informatique (habituellement l’Internet), qui permet au personnel d’apprendre à son poste de travail sans se rendre dans une classe et qui peut prendre la forme d’une session programmée avec une personne formatrice et d’autres personnes étudiantes ou d’un apprentissage autodirigé effectué au moment qui convient à la personne apprenante. Le thésaurus de la base de données ERIC considère le terme *ELearning* comme équivalent à *Electronic Learning* et donne la note suivante dans la portée du terme :

Utilisation de dispositifs, d’applications ou de processus électroniques pour acquérir ou transférer des connaissances, des attitudes ou des compétences par l’étude, l’instruction ou

³ *Shareable Content Object Reference Model*. Série de normes techniques visant à rendre les contenus des formations asynchrones facilement partageables entre les plateformes de production et de diffusion.

⁴ *Experience Application Programming Interface* (aussi *Tin Can API*). Série de normes techniques permettant de recueillir des données sur les interactions des apprenants avec les contenus des formations asynchrones.

l'expérience. Les modes de diffusion du contenu comprennent, sans s'y limiter, l'Internet, les réseaux locaux et étendus, les CD-ROM, les bandes audio et vidéo, les émissions par satellite, les ordinateurs autonomes et la télévision interactive. Bien que fréquemment associé aux technologies numériques, l'apprentissage électronique peut également utiliser d'autres technologies électroniques.

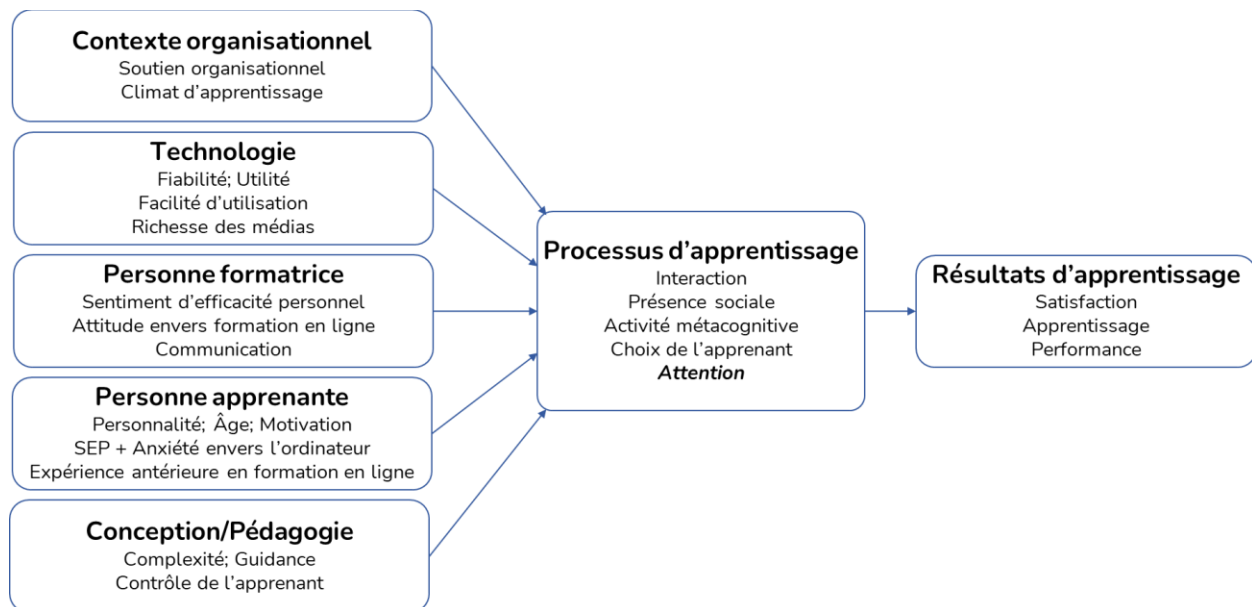
Abrami *et al.* (2008) affirment que l'apprentissage en ligne est un terme général englobant l'application des technologies informatiques à l'éducation, qu'elle ait lieu dans des classes en face-à-face, dans des formations mixtes et hybrides, dans des contextes d'enseignement à distance médiatisé ou dans des environnements d'apprentissage en ligne. L'ensemble de ces définitions ont en commun l'apprentissage et la technologie. Cependant, les définitions qui ne font référence qu'à l'Internet et au web sont trop restrictives (Depover et Marchand, 2002). D'un autre côté, Clark et Mayer (2016) définissent la formation en ligne comme de l'instruction diffusée sur un support numérique pour soutenir l'apprentissage, en utilisant divers équipements technologiques allant des ordinateurs de table ou portables aux tablettes ou téléphones intelligents. Cette définition omet une référence à la synchronicité des interactions des personnes apprenantes.

En référence à la synchronicité, la formation en ligne peut prendre la forme synchrone ou asynchrone. La formation en ligne est considérée comme étant synchrone lorsqu'elle est dirigée par une personne formatrice, qu'elle est diffusée à un moment précis dans le temps et que les personnes apprenantes sont présentes et utilisent le matériel en même temps, même si chacun se trouve dans des lieux différents (Bowles, 2004; Clark et Mayer, 2016; Henderson, 2003; Shank, 2007). Lorsque la formation en ligne est disponible sur demande et non coordonnée dans le temps, c'est-à-dire que les personnes apprenantes utilisent les matériels et parfois communiquent entre eux de manière non simultanée, elle est considérée comme étant asynchrone (Rivard et Lauzier, 2023). L'objet de cette étude était une formation où une personne est seule devant un ordinateur à consulter les contenus et activités d'apprentissage. Pour ces raisons et en s'appuyant sur les définitions citées précédemment, la formation en ligne asynchrone a été définie dans le cadre de cette étude comme suit : *l'utilisation des supports numériques pour diffuser des contenus et activités d'apprentissage sans que les personnes apprenantes soient en contact simultané avec une personne formatrice ou les autres personnes apprenantes.*

2.3.2 Les facteurs influençant l'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone

Plusieurs facteurs influencent l'efficacité d'une formation en ligne asynchrone, comme la qualité de la conception pédagogique, l'engagement et la motivation des personnes apprenantes ainsi que la qualité technologique de la formation (Rivard et Lauzier, 2023). Dans le *Wiley Blackwell Handbook of the Psychology of the Internet at Work*, Johnson et Brown (2017) présentent un modèle d'efficacité de la formation en ligne. Illustré à la figure 6, ce modèle fait état de cinq catégories de facteurs affectant les processus d'apprentissage dans une formation en ligne, que cette dernière soit synchrone ou asynchrone. Ce modèle est pertinent pour cette étude, car il montre bien les liens entre la conception pédagogique d'une formation en ligne, les processus d'apprentissage nécessaires pendant la formation ainsi que les résultats de cette formation, dont la rétention des connaissances et le transfert des apprentissages en milieu de travail.

Figure 6 — Modèle d'efficacité de la formation en ligne



[notre traduction] (Adapté de Johnson et Brown, 2017)

Le **contexte organisationnel** englobe le climat d'apprentissage ainsi que le soutien que les personnes apprenantes reçoivent après une formation en ligne. La **technologie** fait référence à la facilité d'utilisation, la fiabilité ainsi qu'à la richesse de médias utilisés dans la formation en ligne. Dans le contexte de la formation en ligne asynchrone, la **personne formatrice** correspond à la personne responsable de la conception pédagogique ou à la personne experte en la matière ayant créé la formation. Les

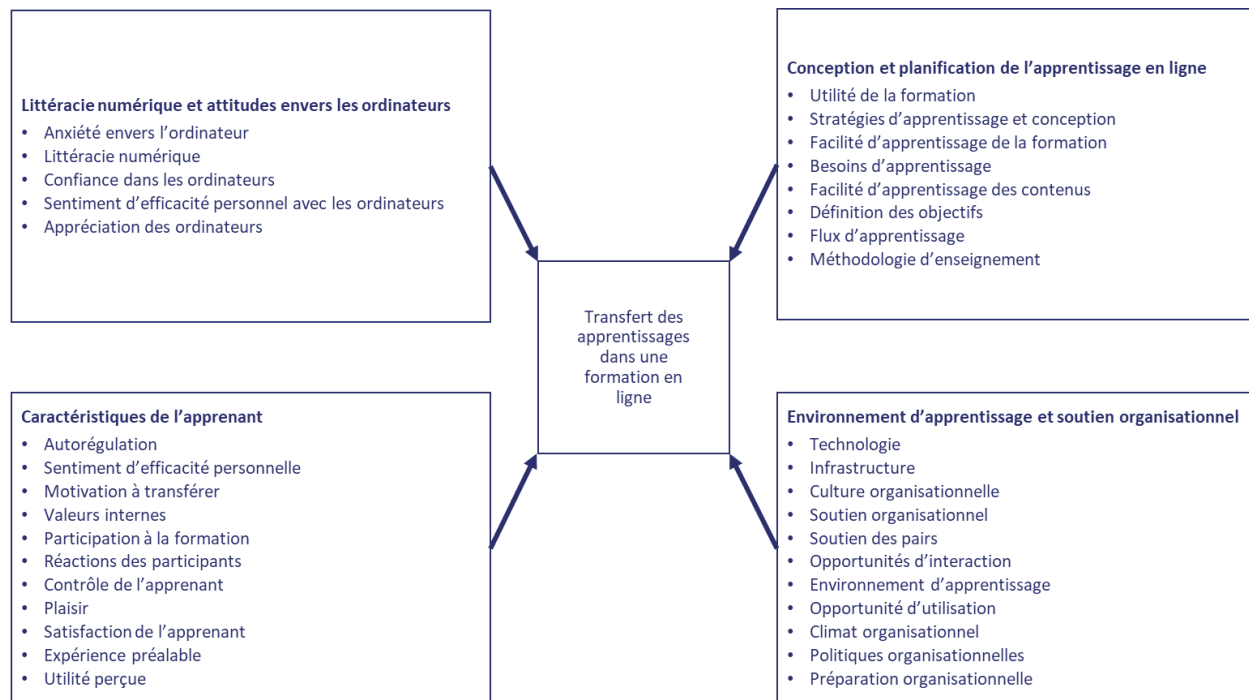
caractéristiques des **personnes apprenantes** influençant l'apprentissage dans cette modalité sont leur personnalité, leur âge, leur motivation, leur sentiment d'efficacité et leur anxiété face à l'utilisation d'un ordinateur ainsi que leur expérience antérieure avec la formation en ligne. Finalement, la **conception pédagogique** réfère à la complexité des activités d'apprentissage, le niveau de guidance offert aux personnes apprenantes ainsi qu'au contrôle qu'exercent ces personnes apprenantes dans l'environnement d'apprentissage.

De leur côté, les **processus d'apprentissage** incluent l'interaction entre la personne apprenante et toutes les personnes impliquées dans la formation, la présence sociale ou le sentiment de connexion avec les autres lors de l'apprentissage, l'activité métacognitive ainsi que les choix que fait la personne apprenante au regard de son processus d'apprentissage. Cependant, dans le contexte de la formation en ligne asynchrone, la personne apprenante interagit principalement avec le contenu d'apprentissage, sans élément collaboratif avec une personne formatrice ou les autres personnes apprenantes (Schneider *et al.*, 2022). Ces éléments sont donc moins importants dans le cadre de cette étude. De plus, l'attention permet d'augmenter l'apprentissage alors que les éléments sur lesquels l'attention n'a jamais été fixée ne peuvent être appris (Kim et Rehder, 2011). Par conséquent, pour les besoins de cette étude, l'attention a été ajoutée comme processus d'apprentissage à cette catégorie.

À leur tour, les processus d'apprentissage influencent les **résultats d'apprentissages**. Dans ce modèle, le terme *apprentissage* correspond à la rétention de connaissances et le terme *performance*, au transfert des apprentissages.

En 2023, Shukla *et al.* (2023) ont effectué une revue de littérature dans laquelle ils identifient quatre catégories de facteurs qui influencent le transfert des apprentissages en lien avec une formation en ligne. La figure 7 présente le modèle de Shukla *et al.* (2023) avec les facteurs qu'ils ont identifiés comme étant significatifs dans chacune des catégories.

Figure 7 — Catégorisation des facteurs affectant le transfert d'une formation en ligne



[notre traduction] (Adapté de Shukla *et al.*, 2023, p. 17)

Plusieurs similarités existent entre le modèle de Shukla *et al.* (2023) illustré à la figure 7, le modèle de Johnson et Brown (2017) illustré à la [figure 6](#) ainsi que le modèle de Baldwin et Ford, version Grossman et Salas (2011), illustré à la [figure 4](#). Tout d'abord, les modèles de Shukla et de Johnson et Brown comprennent tous les deux des catégories s'apparentant aux catégories **Contexte organisationnel**, **Personnes apprenantes** et **Conception pédagogique** du modèle de Baldwin et Ford. Toutefois, Johnson et Brown ajoutent des facteurs comme l'anxiété envers l'ordinateur et l'expérience antérieure en formation en ligne dans la catégorie **Personnes apprenantes**, facteurs qui sont absents du modèle de Baldwin et Ford. De leur côté, Shukla *et al.* (2023) extraient la littératie numérique et l'attitude envers l'informatique de la catégorie *Personne apprenante* pour créer une quatrième catégorie de facteurs, qu'ils nomment **Littératie numérique et attitudes envers l'ordinateur**.

En termes de conception pédagogique, Clark et Mayer différencient trois types de formations en ligne asynchrones en fonction du but de la formation, qu'ils résument dans le tableau 1. Or, pour qu'une formation en ligne asynchrone atteigne son but, quel qu'il soit, elle doit être conçue en respectant les pratiques de conception pédagogiques validées par la recherche (Kraiger et Ford, 2021).

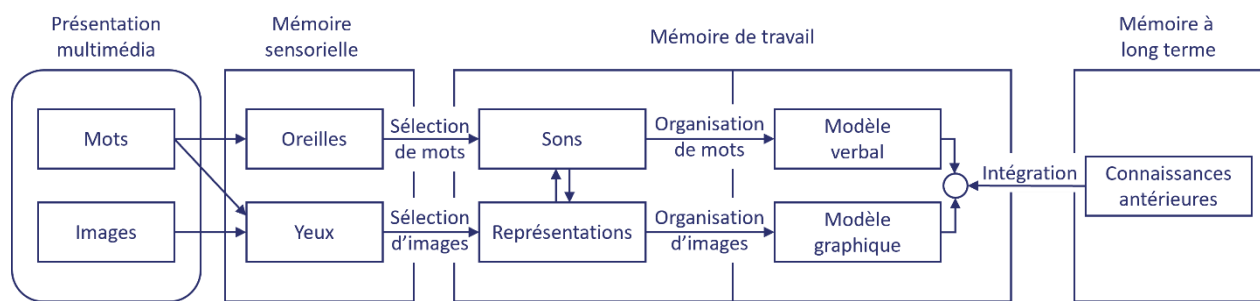
Tableau 1 — Buts de la formation en ligne asynchrone

But	Définition	Exemples
Informer	Leçons qui communiquent de l'information	• Histoire de la compagnie • Caractéristiques d'un nouveau produit
Effectuer des tâches procédurales	Leçons qui renforcent les connaissances procédurales (pour favoriser le transfert rapproché)	• Comment se connecter • Comment remplir une allocation de dépense
Effectuer des tâches stratégiques	Leçons qui renforcent les connaissances stratégiques (pour favoriser le transfert éloigné)	• Comment conclure une vente • Comment analyser une demande de prêt

[notre traduction] (adapté de Clark et Mayer, 2016, p. 19)

Dans le *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, Richard Mayer (2014b) présente la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia. Cette théorie explique l'ensemble des processus d'apprentissage impliquant les combinaisons de narrations, de mots écrits, d'image et d'animation qui permettent aux personnes participant à une formation de comprendre et de retenir les contenus de la formation. Cette théorie est pertinente pour cette étude, car elle constitue la base d'une série de principes de conception pédagogique qui sont utilisés pour présenter efficacement les contenus et activités dans les formations en ligne asynchrones. La figure 8 présente visuellement les éléments de la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia.

Figure 8 — Théorie cognitive de l'apprentissage multimédia



[notre traduction] (Mayer, 2014b, p. 52)

À la base, la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia soutient que les messages pédagogiques multimédias conçus en fonction du fonctionnement de l'esprit humain favorisent un apprentissage plus significatif. Elle repose sur les trois principes suivants de la théorie cognitive de l'apprentissage de Sweller (Déro, 2019) :

- l'hypothèse des **canaux multiples** : le système humain comprend deux canaux pour le traitement visuel/pictural et auditif/verbal des informations;
- l'hypothèse de **capacité limitée** : chaque canal a une capacité limitée de traitement; et
- l'hypothèse du **traitement actif** : l'apprentissage actif implique un ensemble coordonné de processus cognitifs pendant l'apprentissage.

La théorie cognitive de l'apprentissage multimédia spécifie cinq processus cognitifs impliqués dans l'apprentissage multimédia. Pour **sélectionner les mots pertinents** dans le texte ou la narration présentés et pour **sélectionner les images pertinentes** dans les graphiques présentés, la personne apprenante doit porter attention aux contenus de formation et transférer ces informations dans sa mémoire de travail. Pour **organiser les mots sélectionnés** en un modèle verbal cohérent et pour **organiser les images sélectionnées** en un modèle graphique cohérent, la personne apprenante crée des schémas mentaux dans sa mémoire de travail. Finalement, les modèles verbaux et les modèles graphiques doivent être connectés entre eux et aux connaissances antérieures présentes dans la mémoire à long terme.

Le tableau 2 présente les trois grands objectifs de la conception pédagogique multimédia qui favorisent ces cinq processus cognitifs, ainsi que les pratiques qui les sous-tendent. L'application des principes pédagogiques influence directement la satisfaction des personnes participant à la formation et le transfert des apprentissages (Herrington *et al.*, 2009).

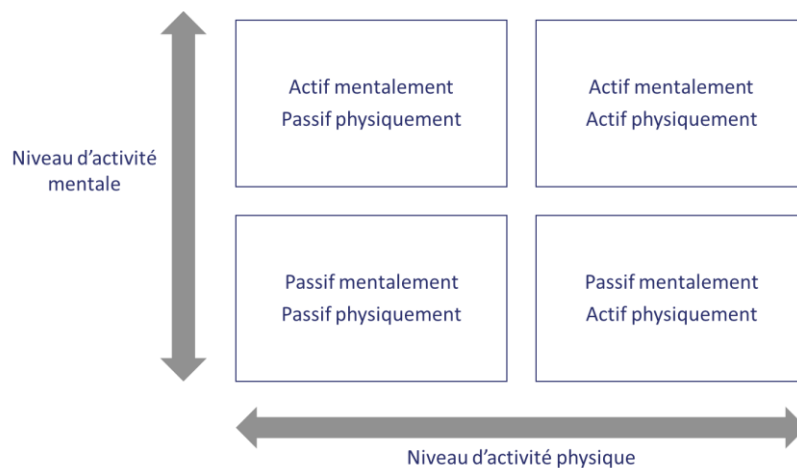
Tableau 2 — Objectifs et pratiques pédagogiques dans l'apprentissage multimédia

Objectif	Pratique	Description de la pratique
Minimiser le traitement superflu	Principe de cohérence	Éliminer le matériel superflu
	Principe de signalisation	Mettre en évidence le matériel essentiel
	Principe de redondance	Ne pas ajouter de texte écrit au texte parlé
	Principe de contigüité spatiale	Placer le texte écrit près du graphique correspondant
	Principe de contigüité temporelle	Présenter la narration et le graphique correspondant simultanément
	Principe de segmentation	Diviser la présentation en partie
Gérer le traitement essentiel	Principe de préformation	Décrire les noms et les caractéristiques des éléments clés avant la leçon
	Principe de modalité	Utiliser un texte parlé plutôt qu'un texte imprimé
	Principe du multimédia	Utiliser des mots et des images plutôt que des mots seuls
Favoriser le traitement génératif	Principe de personnalisation	Présenter les mots dans un style conversationnel
	Principe de la voix	Utiliser la voix humaine pour les mots parlés
	Principe d'incarnation	Donner aux personnages à l'écran des gestes humains
	Principe de la découverte guidée	Fournir des indices et de la rétroaction pendant que la personne apprenante résout les problèmes
	Principe de l'auto-explication	Demander aux personnes apprenantes de s'expliquer une leçon à eux-mêmes
	Principe du dessin	Demander aux personnes apprenantes de faire des dessins pour la leçon

[notre traduction] (Mayer, 2014b, p. 63)

Dans le contexte de la formation en ligne asynchrone, Clark et Mayer (2016) définissent l'engagement comportemental comme étant les actions de la personne apprenante, telles que les clics de souris ou les déplacements d'objet sur l'écran, tandis que l'engagement psychologique réfère à l'activité mentale de la personne apprenante, comme l'attention. La grille d'engagement de la figure 9 illustre le croisement de ces dimensions. Dans une formation en ligne, les activités d'apprentissage devraient toujours engager mentalement les personnes qui y participent, qu'elles soient engagées physiquement ou non. Il est à noter que la dimension émotive de l'engagement telle que définie par Fredricks *et al.* (2019) est absente de ce modèle.

Figure 9 — Grille d’engagement de Clark et Mayer



[notre traduction] (Clark et Mayer, 2016, p. 223)

Dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail, les activités d’apprentissages peuvent prendre plusieurs formes. Dans une approche classique, les contenus sont présentés en format texte ou sous forme d’animation avec de la narration. Même si la présentation visuelle des contenus diffère dans les environnements de réalité augmentée ou virtuelle, la réflexion derrière l’organisation pédagogique reste la même dans tous les formats.

Les vidéos de démonstration montrent une personne exécutant correctement une tâche. Les vidéos de démonstrations qui respectent les principes validés pour cette modalité sont considérées comme efficaces, notamment parce qu’elles permettent de visionner à plusieurs reprises les mouvements en suspendant le visionnement au besoin (Cooper et Higgins, 2015; Fiorella, 2021). De plus, l’observation attentive d’une action engendre l’activation des neurones liés à cette action chez la personne qui observe, presque au même titre que la personne qui agit (Masson, 2020; Mukamel *et al.*, 2010). Les lectures animées ou les activités découvertes sont une façon de segmenter la présentation d’un contenu afin de réduire la charge cognitive associée à sa compréhension. Pour être efficaces, ces activités doivent permettre à la personne apprenante de découvrir le contenu à son propre rythme et, lorsque pertinent, dans l’ordre qu’elle préfère (Clark et Mayer, 2024). Quant aux questions de réflexion, Yilmaz et Keser (2016) concluent qu’elles sont efficaces pour favoriser l’apprentissage. Leur étude a comparé des formations basées sur des balados avec et sans questions de réflexion ainsi que sur des vidéos sans questions de réflexion. Les analyses ont trouvé une amélioration significative de l’acquisition de connaissances avec l’utilisation des questions de réflexion, mais de faible taille d’effet.

Les activités interactives engagent physiquement et mentalement les personnes apprenantes et servent soit à présenter de nouveaux contenus de manière intéressante, soit à valider la compréhension des contenus. Que ces activités soient présentées sous la forme d'une question à choix multiples, d'un glisser-déposer ou d'une association importe peu. L'efficacité de l'activité repose dans la formulation de l'instruction, c'est-à-dire ce que l'on demande à la personne apprenante de faire avec les contenus de la formation ainsi que dans la contextualisation du contenu (Clark et Mayer, 2024). Dans ce type d'activité, la personne apprenante reçoit généralement une rétroaction automatisée. La rétroaction est considérée comme l'une des interventions ayant le plus d'impact sur l'apprentissage (Hattie et Timperley, 2007). La rétroaction efficace s'avère essentielle pour tirer le meilleur parti des exercices pratiques (Clark et Mayer, 2016). Des scientifiques (Jaehnig et Miller, 2007; Sánchez-Vera *et al.*, 2012; Shute, 2008) identifient trois composantes principales de la rétroaction dans les formations en ligne asynchrones :

1. la **vérification**, soit un retour sur le résultat de la personne apprenante de type « correct » ou « incorrect »;
2. la **bonne réponse**;
3. des **informations** permettant à la personne apprenante de juger et de comprendre les bonnes réponses et les résultats de son choix.

Une rétroaction devrait contenir au minimum la vérification de la réponse et la bonne réponse (Shute, 2008), surtout pour les apprentissages de haut niveau cognitif (van der Kleij *et al.*, 2015). Les rétroactions détaillées, soit celles contenant des informations supplémentaires, sont généralement considérées comme plus efficaces que les rétroactions ne contenant que l'élément de vérification de la réponse (Jaehnig et Miller, 2007; Sánchez-Vera *et al.*, 2012). Pour qu'une rétroaction améliore directement l'apprentissage plutôt que seulement la motivation à apprendre, elle doit aider la personne apprenante à rejeter les hypothèses erronées (Kluger et DeNisi, 1996).

En conclusion, la formation en ligne asynchrone, soit l'utilisation des supports numériques pour diffuser du contenu d'apprentissage sans interaction simultanée avec d'autres personnes, existe depuis au moins les années 1950. Le modèle de Johnson et Brown publié en 2017 présente cinq catégories de facteurs influençant les processus d'apprentissage dans une formation en ligne : le contexte organisationnel, la technologie, la conception et la pédagogie, la personne apprenante et la personne formatrice. Ces processus d'apprentissage impactent ensuite les résultats d'apprentissage tels que la rétention des

connaissances et le transfert des apprentissages. Ce modèle présente des similitudes avec le modèle du transfert des apprentissages de Baldwin et Ford ainsi qu’avec le modèle de Shukla *et al.*, mais inclut des catégories supplémentaires telles que le contexte organisationnel et la personne apprenante. Toutefois, qu’en est-il de la capacité des personnes apprenantes à transférer réellement les apprentissages réalisés dans une formation en ligne asynchrone dans le milieu de travail? La section suivante présentera des études qui se sont penchées sur cette question.

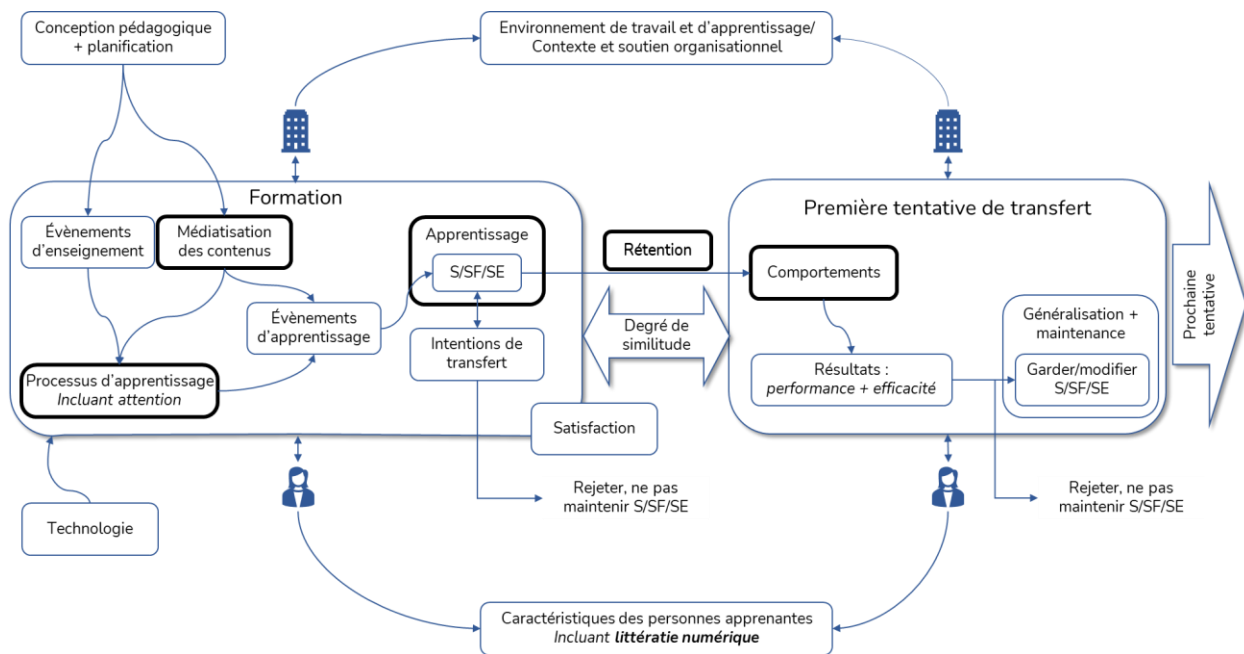
2.4 L’intégration des modèles théoriques

Plusieurs modèles théoriques ont été présentés dans ce chapitre. L’objectif de cette étude doctorale n’était ni de valider un modèle théorique particulier ni de comparer différents modèles entre eux. Au contraire, ces modèles ont été intégrés afin de dégager leurs points de convergence et d’identifier les éléments les plus pertinents pour le cadre de l’étude. La figure 10 illustre cette intégration et les éléments encadrés en gras représentent les variables retenues dans le cadre de cette étude.

Le modèle dynamique du transfert de Blume *et al.* (2019) a servi de base au schéma. Ce modèle intègre déjà les facteurs influençant le transfert de Baldwin et Ford (1988). À cette base ont été ajoutés :

- les composantes du cadre pour les systèmes de formation de Kraiger et Ford (2021);
- les éléments du modèle d’efficacité en formation en ligne de Johnson et Brown (2017);
- les facteurs influençant l’attention décrits dans la section [2.1.2](#);
- les déterminants du transfert en contexte de formation en ligne de Shukla *et al.* (2023);
- les éléments pertinents de la théorie cognitive de l’apprentissage multimédia de Mayer (2014b);
- l’influence de la différence de contexte de transfert de la typologie du transfert de Roussel (2011).

Figure 10 — Intégration des modèles théoriques



[notre traduction] (Adapté de Baldwin et Ford, 1988; Blume *et al.*, 2019; Johnson et Brown, 2017; Kraiger et Ford, 2021; Mayer, 2014b; Roussel, 2011; Shukla *et al.*, 2023)

2.5 La revue de littérature

Dans le passé, les études portant sur les formations en ligne asynchrones ont beaucoup comparé cette modalité avec une autre (p. ex. Daneshgar et Van, 2009; Lackmann *et al.*, 2021; O'Grady *et al.*, 2021), analysé l'adoption de la modalité (Derouin *et al.*, 2005b; Johnson et Brown, 2017), la satisfaction envers la modalité (p. ex. Liaw et Huang, 2013; Sun *et al.*, 2008) ou le sentiment d'efficacité personnelle envers la modalité (p. ex. Johnson *et al.*, 2008; Shen *et al.*, 2013). Par ailleurs, peu d'études mesurent le transfert des apprentissages dans un contexte de la formation en ligne asynchrone (Derouin *et al.*, 2005a; Johnson et Brown, 2017). Une analyse de la littérature portant sur la mesure du transfert des apprentissages dans un contexte de formation en ligne asynchrone en milieu de travail a mis en lumière neuf articles intéressants. Le [tableau 3](#), en fin de section, présente les données saillantes de ces articles.

Dans un mémoire de maîtrise, **Trombley (2004)** a validé le modèle d'acceptation de la technologie dans le contexte d'une formation en ligne asynchrone. Cette formation d'une heure portait sur différents éléments liés à la sécurité et faisait partie de la formation initiale d'une chaîne de magasins. La chercheuse a fait passer trois questionnaires à trois moments différents : avant la formation, à la fin de la formation et une semaine après la formation. Au total, 62 personnes participantes ont retourné trois questionnaires

complets. Chacun de ces questionnaires était constitué d'un amalgame d'items de questionnaires validés et d'items spécifiques à la formation et mesurait six variables : le sentiment d'efficacité personnel envers l'ordinateur, la facilité d'utilisation de l'ordinateur, l'utilité perçue de la formation, l'intention de transfert, l'acquisition de connaissances et les comportements postformation. Les résultats montrent un lien significatif moyen entre le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur et la facilité d'utilisation de l'ordinateur, ainsi qu'entre l'utilité perçue du contenu et l'intention de transfert. Un lien significatif négatif moyen a été trouvé entre le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur existant au temps 1 de l'étude et l'acquisition de connaissances. Aucun lien n'a été trouvé entre le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur développé avec la formation et l'acquisition de connaissances ou les comportements. Les résultats de l'étude peuvent être entre autres expliqués par le délai d'une semaine entre les mesures prises au temps 2 et au temps 3. En effet, il est très improbable que tous les événements de sécurité couverts dans la formation (urgence médicale d'un client, enfant perdu, déversement, etc.) se soient produits dans la semaine suivant la formation. En conséquence, les personnes participantes n'ont pas eu l'occasion de mettre en pratique les apprentissages réalisés dans la formation, ce qui a pu fausser les résultats des comportements en postformation.

Park et Wentling (2007) se sont intéressés aux effets de l'attitude des personnes apprenantes face à l'ordinateur et à la facilité d'utilisation de la formation sur le transfert des apprentissages dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail. Ils ont questionné au total 47 personnes travaillant dans le domaine de la machinerie de la construction et de l'agriculture, dont 23 avaient suivi une formation visant à développer des compétences techniques et 24 avaient suivi une formation visant à développer des compétences interpersonnelles. Ils ont également sondé les gestionnaires de ces employés et employés. Pour ce faire, ils ont utilisé trois questionnaires, un pour chacun de leurs variables, qu'ils ont fait parvenir aux personnes participantes six mois après la formation. La variable *transfert* a été mesurée à l'aide d'un questionnaire de 13 items spécifiquement développé pour l'étude et basé sur le contenu de la formation. La variable *attitude envers l'ordinateur* a été mesurée à l'aide de l'outil *Computer Attitudes Scale* de Loyd et Gressard (1984), tandis que la facilité d'utilisation a été mesurée à l'aide d'une version modifiée du *Software Usability Measurement Inventory* de Anjaneyulu *et al.* (1998). Les auteurs ont trouvé que les personnes ayant moins d'anxiété et plus de confiance dans l'utilisation d'un ordinateur avaient plus de chance de transférer leurs apprentissages réalisés dans une formation en ligne asynchrone vers leur milieu de travail. Ils ont également trouvé que le transfert des apprentissages était plus grand pour les personnes estimant que le système de formation en ligne facile à utiliser et que les instructions pour

faire la formation étaient claires. Bref, ils ont conclu que la convivialité avait un effet médiateur entre l'attitude envers l'ordinateur et le transfert des apprentissages dans le contexte d'une formation en ligne asynchrone.

Dans une autre étude réalisée à la même époque, **Petty et al.** (2007) ont cherché à déterminer les facteurs qui influencent le personnel ainsi que ses intentions de transfert dans un contexte de comparaison de modalités. Ils se sont questionnés sur la différence dans le transfert des apprentissages entre les personnes ayant suivi une formation sur CD-ROM et les personnes ayant suivi une formation traditionnelle en classe, en fonction du soutien organisationnel, du soutien du superviseur, du soutien des pairs, de la motivation et du sentiment d'efficacité personnelle. Ils se sont aussi demandé si l'âge, le genre, le nombre d'années d'expérience, le titre d'emploi, le nombre d'années en tant que gestionnaire, l'expérience avec la formation sur CD-ROM ainsi que le niveau d'éducation affectaient la perception des personnes apprenantes de leur transfert des apprentissages. Comme Park et Wentling (2007), ils ont utilisé une méthodologie quantitative. Ils ont sondé 278 employées et employés d'une compagnie dans le domaine du papier à l'aide du *Training Performance Transfer* (aucune référence fournie). Les données démographiques ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire créé pour l'étude. La principale conclusion de cette étude est qu'il n'existe pas de différence dans la perception du transfert entre les personnes participant à une formation en ligne et les personnes participant à une formation en classe. Les différences dans le transfert peuvent plutôt être expliquées par des variables personnelles comme l'expérience dans le poste, l'âge, la motivation et le sentiment d'efficacité personnelle, au-delà des variables organisationnelles comme le soutien du gestionnaire, des collègues ou de l'organisation.

La même année, **Hennebury** (2007) a étudié la relation entre les facteurs de climat organisationnel et le transfert des apprentissages. Pour ce faire, la chercheuse a développé un questionnaire spécifique de 38 items, qu'elle a envoyé de manière électronique à 450 personnes quatre à huit mois après que ces personnes ont eu complété une formation en ligne asynchrone sur la sécurité informatique. Elle a reçu 43 réponses. De ce questionnaire, un seul item portait sur le transfert des apprentissages et cet item demandait au personnel dans quelle mesure il mettait en pratique les apprentissages réalisés dans une formation. Les autres items du questionnaire portaient sur des indices situationnels du climat de travail (20 items) et sur la rétroaction (17 items), qu'elle nommait « conséquence ». Les résultats de cette étude font état de liens significatifs positifs moyens entre le transfert et les indices situationnels ainsi qu'entre les indices situationnels et la rétroaction. Cependant, les analyses plus poussées effectuées dans le cadre

de l'étude ont suggéré qu'il existait une colinéarité entre les facteurs indices situationnels et les rétroactions, rendant les liens avec le transfert non significatif. De plus, la mesure du transfert de cette étude pourrait être contestée, car la chercheuse n'a utilisé qu'un seul item postformation.

Deux ans plus tard, **Herrington et al.** (2009) ont réalisé une étude qualitative portant sur les défis et les conditions pour l'implantation de la formation en ligne pour le transfert des apprentissages. Ils ont d'abord mené 36 sondages téléphoniques auprès de personnes enseignantes qui venaient de terminer une formation en ligne asynchrone. À la suite de ces sondages, ils ont sélectionné huit personnes parmi les volontaires pour une étude de cas multiple. Pour mesurer le transfert, l'équipe de recherche a fait des observations dans ces huit classes, en plus de mener des entretiens semi-dirigés avec les personnes enseignantes et avec les élèves. L'équipe a également analysé les plans de leçon et des exemples des résultats des élèves. Les principaux constats de cette étude sont les suivants :

1. le transfert des apprentissages est influencé par la conception pédagogique et l'application des principes andragogiques;
2. la conception pédagogique des modules asynchrones devrait tenir compte des connaissances antérieures des personnes participantes et leur offrir du contrôle sur les contenus;
3. le soutien organisationnel favorise le transfert des apprentissages;
4. le manque de fiabilité des équipements informatiques peut nuire au transfert des apprentissages;
et
5. un élément essentiel au transfert est l'engagement des personnes participantes dans leur développement professionnel.

Joo et al. (2011) ont quant à eux cherché à déterminer si le soutien organisationnel et le flux (*flow*) d'apprentissage avaient un impact sur le transfert des apprentissages. Pour répondre à cette question, ils ont fait passer deux questionnaires à 379 personnes employées dans une compagnie coréenne qui utilisait déjà la formation en ligne asynchrone depuis 12 ans. Les questionnaires comportaient au total 15 items et ont été distribués à la fin de la formation ainsi que quatre semaines plus tard. Ils ont trouvé que le soutien organisationnel influence directement le flux d'apprentissage, la satisfaction et le transfert des apprentissages, mais que le soutien organisationnel exerce aussi une influence indirecte sur la satisfaction à travers le flux d'apprentissage.

L'année suivante, **Oglesby** (2012) a réalisé une étude sur la perception du personnel sur son transfert à la suite d'une formation en ligne asynchrone. La chercheuse a interviewé 20 membres du personnel ainsi que 11 gestionnaires de la direction de l'approvisionnement du département américain de la défense. Ses questions pour le personnel portaient sur la préparation à la participation au programme, la livraison du programme, la mise en application des apprentissages ainsi que les facilitateurs et les obstacles à la mise en application. Elle concluait l'entretien en demandant aux personnes si elles avaient des recommandations pour aider les gestionnaires à soutenir le transfert des apprentissages de leur personnel à la suite d'une formation en ligne asynchrone. Le guide d'entretien pour les gestionnaires était calqué sur le guide d'entretien pour le personnel, avec pour seul changement une formulation des questions passée de « vous » à « le personnel ». La chercheuse a tiré trois conclusions de son étude :

1. la formation en ligne asynchrone est pertinente tant pour l'organisation que pour le personnel;
2. l'environnement de travail facilite le transfert des apprentissages; et
3. plusieurs éléments du format entravent le transfert des apprentissages : le manque d'interactivité avec les autres personnes participant à la formation et avec le matériel de formation, le programme étudié comprenant surtout des textes à lire et peu d'activités d'apprentissages.

Plus récemment, **Martins et al.** (2019) ont mesuré le transfert des apprentissages et la performance en milieu de travail de 1 639 personnes ayant participé à une formation en ligne asynchrone de deux heures ayant pour objectif d'améliorer l'efficacité opérationnelle. Ils ont utilisé plusieurs instruments, dont trois pour mesurer spécifiquement le transfert des apprentissages. Ces instruments ont été envoyés aux personnes participantes six mois après la fin de la formation. Deux questionnaires, l'un à l'intention du personnel et l'autre à l'intention des gestionnaires, mesuraient la performance, l'attitude et la motivation à utiliser les apprentissages. Le troisième questionnaire mesurait les résultats de la formation sur les objectifs de travail. Les résultats de l'étude ont montré que, selon le personnel, les prédicteurs de l'impact d'une formation sur les comportements en milieu de travail sont : les exercices pratiques pendant la formation, la réaction du personnel face à la formation, le soutien des collègues et de l'organisation. Les prédicteurs des résultats sur la performance sur travail sont : le contrôle de la motivation, la recherche d'aide, les exercices pratiques ainsi que les réactions à la formation. Toutefois, selon les gestionnaires, les prédicteurs du changement de comportements sont le soutien des gestionnaires, la recherche d'aide ainsi que la performance au travail. D'autres résultats de cette étude laissent plutôt à croire que la réaction à

la formation jouerait un rôle médiateur dans la relation entre le soutien au transfert ainsi que les comportements et les résultats.

Ainsi, à notre connaissance, aucune des études recensées sur la formation en ligne asynchrone n'a mesuré l'attention. Les études mesurant l'attention avec des données neurophysiologiques conçoivent généralement l'apprentissage comme une réponse appropriée à un stimulus spécifique, comme le montrent les outils de mesure de l'attention listés par Towey *et al.* (2019). Lorsqu'elles contiennent des tâches d'apprentissage, celles-ci sont très simples (p. ex. Chaouachi, 2015; Walter *et al.*, 2017). Ce type d'apprentissage ressemble plus à un conditionnement qu'à un apprentissage et est assez éloigné des apprentissages visés dans les formations en milieu de travail. Van Atteveldt *et al.* (2018) affirment que les tâches et les stimulus hautement contrôlés ainsi que les environnements artificiels utilisés dans les études en neuro-imagerie compromettent la validité écologique des études en neuroéducation. De plus, les études s'intéressant à l'attention mesurent généralement des potentiels évoqués (*event-related potential* ou ERP), c'est-à-dire la réponse cérébrale environ 300 ms après la présentation d'un stimulus visuel ou verbal (Luck et Kappenman, 2012).

Par ailleurs, une étude québécoise récente a mesuré l'attention pendant une activité en ligne s'approchant des formations asynchrones offertes en milieu de travail, mais sans mesurer le transfert des apprentissages après la formation. À cet égard, Ben Khedher *et al.* (2019) ont analysé les signaux d'EEG et d'oculométrie de 15 personnes étudiant en médecine pendant leur participation à un jeu sérieux. Leur étude avait deux objectifs. Le premier, évaluer la variation de l'engagement cognitif à différentes phases de l'apprentissage de la résolution de cas clinique. Le second, évaluer si l'attention portée à différents éléments ou à différentes phases du jeu avait un impact sur les résultats dans le jeu. Les auteurs ont d'abord trouvé que l'engagement cognitif était le même dans les phases d'exploration, de diagnostic et de traitement des cas. De plus, contrairement à des résultats antérieurs, aucune zone d'intérêt n'a généré plus d'attention que les autres. Ensuite, ils ont séparé les personnes participantes en deux groupes selon la réussite dans le jeu pour déterminer si l'attention portée à une zone particulière d'information avait un effet sur la performance dans le jeu. Ils ont trouvé que généralement, plus les personnes participantes portaient attention au jeu, mieux elles étaient capables de tenir le bon raisonnement clinique et d'arriver à la bonne réponse. Toutefois, dans un cas clinique, ce sont les personnes qui ont le moins bien réussi qui ont eu une attention plus élevée. Les auteurs expliquent ce résultat par le fait que l'attention a été plus grande pour les personnes qui ont eu de la difficulté à comprendre le cas et qui ont donc augmenté leur

effort mental pour tenter de le résoudre. Finalement, des analyses intrasujets permettent aux auteurs de conclure que même si l'attention et la performance corrélaient statistiquement de manière significative, une durée de fixation plus grande n'entraîne pas automatiquement une meilleure performance, car l'attention n'est pas nécessairement dirigée vers les bonnes informations.

En synthèse de la revue de littérature, dans le contexte de la formation en ligne asynchrone, le transfert des apprentissages semble influencé par la qualité de la conception pédagogique, l'utilité perçue du contenu de la formation, la facilité d'utilisation de l'environnement d'apprentissage et l'engagement des personnes apprenantes dans leur développement professionnel. La conception pédagogique doit tenir compte des connaissances antérieures et la facilité d'utilisation de l'environnement d'apprentissage est influencée par le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur. Les facteurs liés à la personne apprenante semblent importants pour favoriser le transfert, mais le soutien organisationnel semble l'être encore plus. Quant à l'attention portée à la formation asynchrone, elle a un lien direct avec la performance dans la formation. Il est également à noter qu'une étude n'a pas trouvé de lien entre l'acquisition de connaissances et le transfert des apprentissages en milieu de travail et qu'une autre a trouvé que moins une personne a d'expérience dans un poste, plus elle est susceptible de transférer ses apprentissages.

Tableau 3 — Résumé des articles relevés dans la revue de littérature

Auteurs	Année	Nbre part.	Devis	Objet de l'étude	Outils de mesure	Résultats
Trombley	2004	62	Étude corrélationnelle prédictive	Relation entre le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur et le transfert des apprentissages	• Sentiment d'efficacité envers l'ordinateur existant et développé : Questionnaire validé de 10 items • Facilité d'utilisation : 4 items spécifiques • Utilité perçue : 7 items spécifiques • Intention d'application : 4 items spécifiques • Connaissances : 9 items spécifiques • Comportements : 4 items spécifiques	• Plus le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur est élevé, plus la perception de la facilité d'utilisation est élevée • Plus le contenu est perçu comme utile, plus l'intention de transfert est élevée • Il n'existe pas de lien entre l'intention de transfert et le changement de connaissances ou le changement de comportements • Moins le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur existant est élevé, plus les personnes participantes ont acquis des connaissances • Il n'existe pas de lien entre le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur existant et les comportements • Il n'existe pas de lien entre le sentiment d'efficacité envers l'ordinateur développé et l'acquisition de connaissances ou les comportements
Park et Wentling	2007	47	Étude corrélationnelle prédictive	Effets de l'attitude des personnes apprenantes face à l'ordinateur et la convivialité sur le transfert des apprentissages	• Transfert : Questionnaire quantitatif spécifique de 13 items • Attitudes : Computer Attitudes Scale (CAS) • Convivialité : Software Usability Measurement Inventory (SUMI)	La convivialité est une variable modératrice entre l'attitude des personnes apprenantes face à l'ordinateur et le transfert des apprentissages
Petty <i>et al.</i>	2007	278	Étude descriptive corrélationnelle	Facteur affectant les intentions de transfert	Training Performance Transfer (TPT) de 42 items Likert et 8 items démographiques	• Moins la personne a d'expérience dans un poste, plus elle transférera • Les variables personnelles ont plus d'influence que les variables organisationnelles • La modalité n'affecte pas le transfert

Auteurs	Année	Nbre part.	Devis	Objet de l'étude	Outils de mesure	Résultats
Hennebury	2007	43	Étude descriptive corrélacionnelle	Relation entre les facteurs de climat organisationnel et le transfert des apprentissages	Questionnaire spécifique : • Transfert : 1 item • Indices situationnels : 20 items • Rétroaction : 17 items	• Les personnes participantes ont transféré les apprentissages en milieu de travail • Lorsqu'analysés ensemble, les liens entre les indices situationnels, les rétroactions et le transfert ne sont plus significatifs indiquant une possible colinéarité entre les indices situationnels et les rétroactions
Herrington <i>et al.</i>	2009	8	Étude qualitative descriptive	Les défis et les conditions pour l'implantation de la formation en ligne pour le transfert des apprentissages	• Sondage téléphonique • Observation en classe • Entretiens semi-dirigés avec les personnes enseignantes • Entretiens semi-dirigés avec les élèves • Analyse documentaire	• Le transfert des apprentissages est influencé par la conception pédagogique et l'application des principes andragogiques • La conception devrait tenir compte des connaissances antérieures des personnes participantes et offrir du contrôle sur les contenus • Le soutien organisationnel favorise le transfert des apprentissages • Le manque de fiabilité des équipements informatiques peut nuire au transfert • Un élément essentiel au transfert est l'engagement des personnes participantes dans leur développement professionnel
Joo <i>et al.</i>	2011	379	Étude descriptive corrélacionnelle	Effet du soutien organisationnel et du flux (<i>flow</i>) d'apprentissage et le transfert des apprentissages	• Soutien organisationnel : 8 items validés • Flux d'apprentissage : 4 items validés • Transfert des apprentissages : 4 items utilisés par Lee (1996)	• Le soutien organisationnel influence directement le flux d'apprentissage • Le soutien organisationnel et le flux d'apprentissage influencent directement la satisfaction • Le soutien organisationnel a aussi une influence indirecte sur la satisfaction • Le soutien organisationnel a une influence directe sur le transfert des apprentissages

Auteurs	Année	Nbre part.	Devis	Objet de l'étude	Outils de mesure	Résultats
Oglseby	2012	31	Étude qualitative descriptive	Perception du transfert après la participation à une formation en ligne	Entretiens semi-dirigés sur quatre variables : le programme de formation, la personne apprenante, le changement et l'environnement de travail	Dans le contexte du U.S. Department of Defense : - La formation en ligne asynchrone est précieuse pour l'organisation et le personnel - L'environnement de travail soutient le transfert - Plusieurs facteurs du format entravent le transfert
Martins <i>et al.</i>	2019	1639	Étude explicative corrélationnelle	Efficacité de la formation en ligne asynchrone	- Fréquence d'application : 18 items Likert - Réaction à la formation : 9 items Likert - Soutien du transfert : 14 items Likert - Barrières au transfert : 13 items Likert - Performance du transfert : Autoévaluation et hétéroévaluation de 7 items Likert - Résultats du transfert : 8 items Likert	Selon le personnel : - Prédicteurs du changement de comportements : activités pratiques en formation, réaction à la formation, soutien organisationnel et des pairs - Prédicteurs de performance : contrôle de la motivation, recherche d'aide, exercices pratiques, réactions à la formation Selon les gestionnaires : - Prédicteurs de changement de comportements : soutien des gestionnaires, recherche d'aide, performance au travail - L'impact du soutien sur le transfert est médié par la réaction à la formation
Ben Kehder <i>et al.</i>	2019	15	Étude descriptive corrélationnelle	Évolution de l'attention durant les phases d'un jeu et l'impact de l'attention sur les résultats dans le jeu	Casque EEG à 16 électrodes	- L'attention et la performance corréleront statistiquement et significativement - Aucune zone d'intérêt en particulier n'est liée à une meilleure résolution de cas cliniques

2.6 Les objectifs spécifiques et les hypothèses de recherche

Bien que le transfert des apprentissages et la formation en ligne asynchrone ont fait l'objet de multiples métaanalyses, la recension des écrits faite à ce jour a relevé assez peu d'études portant conjointement sur ces concepts. Les études de Trombley (2004), de Park et Wentling (2007), de Petty *et al.* (2007), de Hennebury (2007) et de Herrington *et al.* (2009) ont été réalisées il y a plus de 15 ans, dans un contexte où la modalité asynchrone était beaucoup moins répandue qu'aujourd'hui, les connaissances à son sujet étaient moins étendues et l'aisance de la population générale avec l'informatique était moins élevée. Herrington *et al.* (2009) et Oglesby (2012) ont étudié le sujet, mais seulement avec des données qualitatives. L'étude de Martins *et al.* (2019) était une étude à grande échelle sur le transfert, mais seulement quantitative et sans mesure de l'attention. Ben Khedher (2019) a mesuré l'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone à l'aide de données neurophysiologiques, mais ne s'est pas intéressé au transfert des apprentissages. En conséquence, l'objectif général de cette étude était **d'explorer les liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention des connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail**. Quatre objectifs spécifiques ont découlé de cet objectif général et une hypothèse a été émise pour chacun de ces objectifs. Le tableau 4 présente ces objectifs et hypothèses, qui seront détaillés par la suite.

Tableau 4 — Objectifs spécifiques et hypothèses de recherche

Objectifs spécifiques	Hypothèses de recherche
OS1 : Déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail	H1 : L'attention mesurée sera globalement plus élevée durant les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est élevé que dans les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est faible
OS2 : Déterminer si l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone	H2 : L'acquisition et la rétention des connaissances seront plus importantes pour les personnes qui ont le plus porté attention aux contenus d'apprentissage
OS3 : Déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages	H3 : Les personnes qui auront retenu le plus de connaissance seront celles qui transféreront le plus leurs apprentissages en milieu de travail
OS4 : Déterminer si l'attention portée aux activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone influence le transfert des apprentissages	H4 : Le transfert des apprentissages sera plus important pour les personnes ayant porté une plus grande attention à l'ensemble de la formation que pour les personnes ayant porté moins attention à l'ensemble de la formation

Le premier objectif spécifique de l'étude était de **déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail.**

Les études recensées sur le transfert en contexte de formation asynchrone en milieu de travail ne décrivent pas les activités d'apprentissage incluses dans les formations. De plus, elles ne mesurent pas l'attention portée aux différentes activités d'apprentissage. Il n'y est donc pas possible d'établir le sens des liens entre l'attention et les activités d'apprentissage. Cependant, l'attention est nécessaire pour apprendre dans une formation en ligne asynchrone, car c'est l'attention qui permet la sélection des informations à être traitées par la mémoire de travail (Knudsen, 2007; Van Gog, 2014). De plus, l'engagement physique et cognitif envers des contenus d'apprentissage nécessite de l'attention (Clark et Mayer, 2016). En 2013, Cook *et al.* (2013) ont conduit une métaanalyse portant sur les effets de dix caractéristiques pédagogiques dans une simulation sur cinq résultats de la formation : la satisfaction, l'apprentissage, la rapidité d'exécution des tâches, l'efficacité dans l'exécution de la tâche et le changement de comportements en milieu de travail. Ils ont trouvé que les activités d'apprentissage engendrant un engagement cognitif pendant la formation corrélaient positivement avec l'ensemble des cinq résultats. Cependant, seule la corrélation avec l'efficacité de l'exécution de la tâche était significative. En conséquence, l'hypothèse suivante a été émise en lien avec cet objectif spécifique de recherche :

Hypothèse 1 : L'attention mesurée sera globalement plus élevée durant les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est élevé que dans les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est faible

Le deuxième objectif spécifique de l'étude visait à **déterminer comment l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone en contexte de travail.** Dans une étude utilisant des vidéos passives en contexte universitaire, Lackmann *et al.* (2021) ont déterminé que l'attention était un prérequis à l'apprentissage et que l'attention améliorait l'acquisition de connaissance, mais jusqu'à un certain point seulement. Passé ce point, une trop grande attention induirait une charge cognitive trop élevée, ce qui diminuerait l'apprentissage. Cependant, l'étude de Lackmann *et al.* (2021) portait sur la comparaison entre une capture vidéo d'une présentation magistrale et une vidéo infographique, ce qui constitue un contexte et un format très différents de cette étude. Dans une autre étude utilisant la formation en ligne, Kim et Rehder (2011) ont conclu que plus les personnes participantes fixaient leur regard souvent et longtemps sur un contenu, meilleur était l'apprentissage de ce contenu. Par conséquent, l'hypothèse suivante a été émise :

Hypothèse 2 : L'acquisition et la rétention des connaissances seront plus importantes pour les personnes qui ont le plus porté attention aux contenus d'apprentissage

Ensuite, le troisième objectif spécifique de cette étude visait à **déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages** en tant que variable médiatrice entre l'attention et le transfert. Il n'existe pas de consensus clair sur les liens entre la rétention des connaissances et le transfert des apprentissages. D'un côté, Bledsoe (1999) n'a pas trouvé de liens significatifs entre l'apprentissage et le transfert, dans le contexte de formation informatique en milieu organisationnel. Blume *et al.* (2010), dans une métaanalyse sur les déterminants du transfert, ont conclu que le lien entre l'apprentissage et le transfert était faible à modéré au plus, lorsque contrôlé pour le biais « même source/même contexte de mesure ». Ce lien ambigu entre l'apprentissage et le transfert est cohérent avec la recherche sur le transfert et le modèle dynamique du transfert, qui stipule que plusieurs facteurs peuvent influencer la sélection et la mise en application des apprentissages réalisés dans une formation (Baldwin *et al.*, 2017; Blume *et al.*, 2019; Shukla *et al.*, 2023).

D'un autre côté, dans une rare étude portant sur les liens entre la conception pédagogique et le transfert dans un contexte de formation en milieu de travail, Seeg *et al.* (2022) ont trouvé une corrélation positive et significative entre l'apprentissage et le transfert rapproché ainsi que le transfert éloigné. Dans leur étude, l'apprentissage était l'élément ayant le plus d'impact sur le transfert, au-delà de la motivation à transférer et des occasions de mise en pratique. Homklin *et al.* (2014) ont obtenu des résultats similaires dans une étude portant sur une formation traditionnelle dans l'industrie automobile. Ces résultats étaient cohérents avec l'affirmation que la rétention des connaissances un prérequis au transfert des apprentissages (Grossman et Salas, 2011; Kraiger et Ford, 2021).

En conséquence, ces résultats à première vue contradictoires nous ont amenée à postuler que la relation entre l'apprentissage et le transfert était unilatérale et non bilatérale. Ainsi, bien qu'une acquisition de connaissances ne soit pas garante d'une modification de comportements, la modification de comportements devrait être précédée d'une acquisition de connaissances. L'hypothèse suivante a donc été émise :

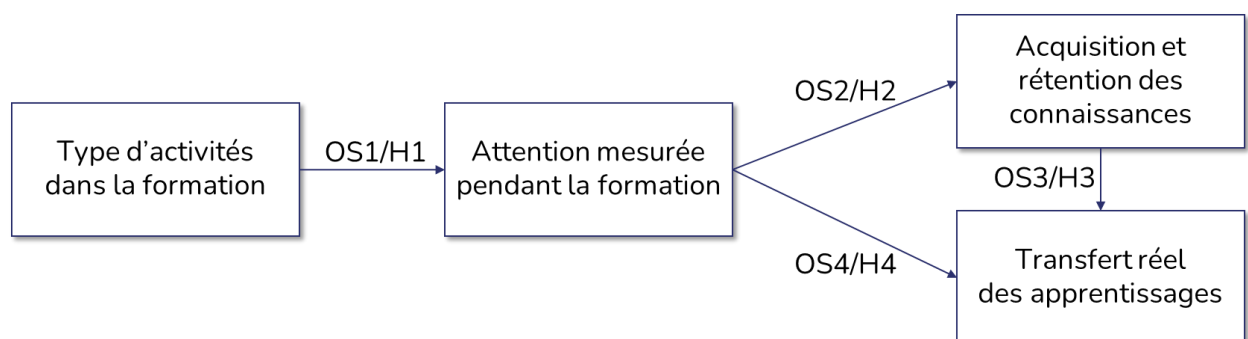
Hypothèse 3 : Les personnes qui auront retenu le plus de connaissance seront celles qui transféreront le plus leurs apprentissages en milieu de travail

Finalement, le dernier et principal objectif spécifique de cette étude cherchait à **déterminer comment l'attention portée aux activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone influence le transfert des apprentissages**. Le transfert implique que la personne apprenante sélectionne parmi ses apprentissages ceux qu'elle veut bien mettre en pratique (Blume *et al.*, 2019). Or, pour acquérir ces connaissances, une personne apprenante se doit de porter attention aux contenus d'apprentissage. Selon Clark et Mayer (2016), l'attention à la rétroaction est tenue pour acquise dans les formations en ligne asynchrones. Dans la métaanalyse récente de Shukla *et al.* (2023) portant sur les facteurs affectant le transfert des apprentissages après une formation en ligne asynchrone, aucune étude n'a tenté de vérifier cette affirmation. Cependant, de manière globale, Ben Khedher *et al.* (2019) ont déterminé que plus l'attention d'une personne apprenante était grande, meilleure était sa performance dans le jeu. Conséquemment, l'hypothèse suivante a été émise :

Hypothèse 4 : Le transfert des apprentissages sera plus important pour les personnes ayant porté une plus grande attention à l'ensemble de la formation que pour les personnes ayant porté moins attention à l'ensemble de la formation

La figure 11 présente le modèle de recherche reliant les différentes variables qui ont été mesurées. En résumé, une formation en ligne asynchrone comprend des activités d'apprentissage, qui doivent être conçues en respectant les pratiques validées par la recherche. Le type d'activités de formation pourrait influencer l'attention que les personnes apprenantes prêtent à la formation asynchrone, attention qui est généralement tenue pour acquise. À son tour, l'attention pourrait influencer l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail, tandis que l'acquisition et la rétention de connaissances devraient être un prérequis au transfert des apprentissages. Les éléments de méthodologie présentés au [chapitre 3](#) ont permis d'opérationnaliser ces objectifs.

Figure 11 — Modèle de recherche



CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie de recherche joue un rôle crucial dans la réalisation d'une étude scientifique rigoureuse et pertinente. Elle permet de structurer l'étude, de définir des outils de collecte de données pertinents ainsi que de planifier l'analyse des données recueillies. Ce chapitre détaillera les choix méthodologiques adoptés pour cette exploration des liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert réel des apprentissages en milieu de travail. Il présentera les outils et les techniques utilisés pour opérationnaliser l'étude, en mettant l'accent sur la cohérence entre les objectifs de recherche et les méthodes employées.

Le devis de recherche sera d'abord présenté à la section 3.1, où seront expliqués les fondements théoriques de l'approche méthodologique choisie. La description de la formation utilisée comme tâche suivra à la section 3.2, détaillant le contenu ainsi que les objectifs d'apprentissage de la formation en ligne asynchrone développée pour cette étude. La description du terrain et des personnes ayant participé à l'étude sera abordée à la section 3.3, fournissant des informations sur le contexte de l'étude et le profil des personnes qui y ont participé. La mesure de chaque variable sera présentée à la section 3.4, justifiant le choix et détaillant chacun des instruments utilisés. La description détaillée des quatre temps de l'étude sera exposée à la section 3.5, précisant les actions posées à chacune des étapes chronologiques de l'étude. Le plan d'analyse des données sera discuté à la section 3.6, décrivant les méthodes d'analyse utilisées pour traiter les données neurophysiologiques, quantitatives et qualitatives. La discussion des enjeux éthiques liés à cette étude conclura le chapitre à la section 3.7, abordant les considérations éthiques ainsi que les mesures prises pour garantir l'intégrité de l'étude.

3.1 Le devis de recherche de l'étude

Cette étude a été menée du point de vue du paradigme épistémologique pragmatique tel que décrit par Greene et Hall (2010). Ce sont les considérations pratiques en lien avec le contexte, la faisabilité ainsi que l'instrumentalisme qui ont guidé les choix méthodologiques permettant de résoudre le problème de recherche (Greene et Hall, 2010). Le choix du sujet a découlé d'un problème existant et les méthodes de collecte de données ont été sélectionnées pour répondre au mieux aux questions de recherche. Le devis méthodologique s'est révélé efficace en ce qui concerne les instruments utilisés et la collecte de données intégrait plusieurs perspectives afin d'éclairer le problème étudié. Le devis de recherche mixte choisi était

cohérent avec le paradigme épistémologique pragmatique ainsi qu'avec la visée d'une exploration approfondie du phénomène à l'étude. En plus de répondre aux hypothèses initiales formulées pour cette étude, les résultats obtenus ont permis de formuler de nouvelles hypothèses pour des études futures, plutôt que de tester des modèles théoriques spécifiques ainsi que de fournir des connaissances exploitables pour améliorer le problème à l'étude (Greene et Hall, 2010). L'adoption d'un paradigme pragmatique pour cette étude est cohérente avec une approche intégrant des modèles théoriques et des méthodes de recherche provenant de plusieurs disciplines, comme ce qui a été réalisé dans la présente étude (Welch, 2011).

Le devis de recherche a pris en considération les recommandations méthodologiques mises de l'avant dans trois états des lieux importants en lien avec cette étude, soit *The State of Transfer of Training Research: Moving Toward More Consumer-Centric Inquiry* de Baldwin *et al.* (2017), *La mesure du transfert des apprentissages : état des lieux et perspectives d'avenir pour la recherche* de Schoeb *et al.* (2021) et *Thirty years of research on online learning* de Mayer (2019).

Premièrement, les devis utilisés pour mesurer le transfert des apprentissages sont rarement optimaux. En effet, le devis le plus fréquent est « un devis de type transversal comprenant un seul temps de mesure, impliquant une seule source d'évaluation du transfert, à savoir, l'apprenant lui-même (39 études; 76 %) » (Schoeb *et al.*, 2021, p. 9). Or, les devis avec un seul temps de mesure ne permettent pas de mesurer l'une des dimensions du transfert, soit le maintien dans le temps de l'application des apprentissages. Les devis unisources posent également problème, car les autoévaluations ne sont que faiblement corrélées avec des évaluations des collègues ou des pairs (Devos, 2005). Schoeb *et al.* (2021) recommandent donc d'opérationnaliser les trois dimensions du transfert (l'adaptation des apprentissages, la fréquence d'utilisation des apprentissages et la performance lors de l'utilisation des apprentissages) lors de sa mesure. Cependant, toutes les études recensées dans l'article de Schoeb *et al.* (2021) étaient de nature quantitatives et s'inscrivaient dans « une tradition de recherche bien particulière, à savoir le paradigme de la performance » (2021, p. 10). Une approche méthodologique incluant des données qualitatives permettrait de mieux comprendre ce qui se passe entre la formation et l'application des nouveaux apprentissages (le « comment ») (Coucourde, 2023). En conséquence, le devis de cette étude a compris plusieurs points et plusieurs sources de données, comme recommandé par Schoeb *et al.* (2021). Il a intégré des données qualitatives afin de mieux comprendre les contextes d'apprentissages et de transfert, comme le recommandent Baldwin *et al.* (2017).

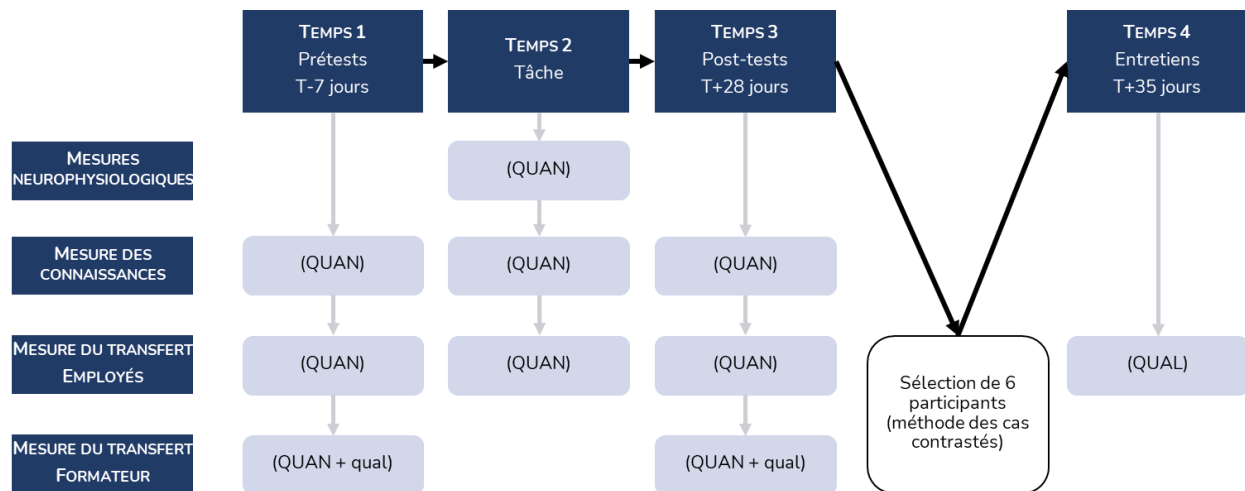
Ensuite, la formation en ligne asynchrone a surtout été étudiée en comparaison avec la modalité de la classe en présentiel ou au regard de la satisfaction des personnes apprenantes ainsi que de son taux d'adoption. Sachant que le niveau d'apprentissage est lié aux principes appliqués plutôt qu'aux modalités de formation, Mayer (2019) appelle les scientifiques à s'intéresser aux éléments uniques à la formation en ligne asynchrone ainsi qu'aux conditions limites dans lesquelles les principes d'enseignement s'avèrent les plus efficaces. De plus, Mayer invite les scientifiques à délaisser les évaluations autorapportées de connaissances pour inclure des données sur les comportements ainsi que les données neurophysiologiques sur le traitement cognitif telles que l'EEG et l'oculométrie. Les avancées récentes en neurosciences rendent maintenant possible la réponse à cet appel. En conséquence, le devis de cette étude a permis de recueillir des données neurophysiologiques pour s'intéresser à l'attention pendant l'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone.

Selon Leech et Onwuegbuzie (2009), les devis mixtes s'insèrent dans un continuum allant des devis monométhodes aux devis pleinement mixtes en passant par les devis partiellement mixtes. Pour ces auteurs, dès qu'un devis incorpore des techniques quantitatives et qualitatives à n'importe quel niveau, l'étude doit être considérée comme mixte. Selon la typologie de ces auteurs, le devis de cette étude était explicatif, séquentiel, pleinement mixte et à dominance quantitative. Il était explicatif, car il visait à explorer la relation entre des variables (Fortin et Gagnon, 2016). Il était séquentiel, car des données qualitatives et quantitatives ont été collectées à des moments différents. Il était pleinement mixte, car la mixité des méthodes était prévue à toutes les phases de l'étude. Finalement, il était à dominance quantitative, car plus de données quantitatives ont été recueillies et que celles-ci ont été utilisées pour sélectionner les personnes convoquées aux entretiens. De plus, les données qualitatives ont servi à éclairer les résultats quantitatifs.

La démarche adoptée était principalement déductive, ce qui était cohérent avec les devis à prédominance quantitative (Greene, 2007). La méthodologie mixte utilisée dans cette étude a permis de recueillir des données neurophysiologiques quantitatives sur l'attention, des données quantitatives sur l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que des données quantitatives et qualitatives sur le transfert des apprentissages qui, ensemble, ont apporté un éclairage nouveau et plus complet du phénomène (Creswell et Creswell, 2018; Reams et Twale, 2008). Les données quantitatives sur l'attention, les connaissances et le transfert étaient nécessaires afin de calculer les corrélations. Toutefois, les données quantitatives n'offraient qu'une vision partielle du transfert et les données qualitatives collectées par entretien

s'avéraient nécessaires afin de répondre adéquatement aux quatre objectifs spécifiques de recherche. Les données qualitatives recueillies ont permis d'explorer les raisons ayant poussé les personnes apprenantes à transférer leurs apprentissages, l'adaptation qui a été requise lors de l'application de ces apprentissages, la perception des personnes apprenantes de leur performance en milieu de travail ainsi que de leur attention dans la formation. La figure 12 illustre la séquence de la collecte de données en utilisant le système de notation de Leech et Onwuegbuzie (2009).

Figure 12 — Devis méthodologique



Aussi, cette étude a utilisé un design préexpérimental intrasujet, c'est-à-dire qu'un seul groupe a réalisé la tâche et que plusieurs observations ont été faites dans ce groupe afin d'analyser les effets de l'exécution de cette tâche (Creswell et Creswell, 2018). L'utilisation d'un groupe contrôle ne s'est pas avérée nécessaire, car l'intention de recherche n'était pas la comparaison de l'efficacité de la formation en ligne asynchrone à une autre modalité de formation pour en isoler l'effet. L'étude visait plutôt à étudier les liens entre l'attention portée à une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages pour les personnes participantes. Il s'agit d'ailleurs du modèle utilisé par Naismith et Lajoie (2018) dans leur étude sur l'effet de la motivation et des émotions sur l'attention envers la rétroaction dans une formation en ligne asynchrone.

3.2 La formation utilisée dans l'étude

La formation en ligne asynchrone utilisée dans le cadre de cette étude était une formation d'environ 20 minutes sur la manutention manuelle, un sujet faisant partie du grand thème de la santé et sécurité au travail. La santé et sécurité au travail préoccupe beaucoup les organisations, qui exigent que leur

personnel suive de la formation sur ce sujet dans l'objectif global de réduire les accidents et les blessures au travail (Casey *et al.*, 2021). Un des sujets de formation en santé et sécurité offerts au personnel dans les milieux tels que les entrepôts est la manutention manuelle des matériaux, parfois appelée hygiène posturale. Au Québec, 1 310 lésions professionnelles et 6 décès ont été enregistrés pour les manutentionnaires par la CNESST en 2021. Les troubles musculosquelettiques, tous types de travailleurs confondus, représentaient 8,2 % de tous les dossiers de la CNESST pour cette année (CNESST, 2022).

Ce sujet de formation a été sélectionné, car il répondait à un besoin réel de formation dans l'organisation hôte et pouvait être offert dans un format asynchrone de courte durée. Cette formation était jusqu'à présent offerte en classe dans cette organisation, mais l'entreprise désirait la convertir en formation en ligne asynchrone pour laisser plus de temps aux personnes formatrices pour la formation à la tâche. Ce sujet était approprié pour cette étude, parce qu'il s'agissait d'un savoir technique nécessitant un transfert rapproché, plus facile à mesurer qu'un transfert éloigné (Laker et Powell, 2011; Roussel, 2011). Ce sujet de formation a aussi été choisi parce qu'il offrait des occasions de mise en pratique multiples dès la fin de la formation. Ainsi, la phase de collecte de données a pu commencer plus tôt qu'avec une formation portant sur des compétences interpersonnelles, réduisant le risque d'abandon par les personnes participant à l'étude.

Dans le modèle de l'engagement et du transfert pour la formation sur la sécurité de Casey *et al.* (2021), l'engagement du personnel envers la formation à la sécurité est affecté par des facteurs préformation, des facteurs liés à la conception pédagogique ainsi que des facteurs liés à la livraison de la formation. En retour, l'engagement envers la formation joue un rôle dans l'acquisition de connaissances, qui, avec les occasions d'application, impacte le transfert. Dans cette étude, la formation à la sécurité constituait le sujet de la formation, mais non le sujet de la thèse. Le modèle de Casey est cohérent avec le modèle du transfert des apprentissages de Baldwin et Ford (1988) ainsi que le cadre pour les systèmes de formation de Kraiger et Ford (2021) présentés dans le cadre théorique. En conséquence, il n'était pas pertinent de détailler ce modèle spécifique au thème de formation.

Cette étude ne visait pas à tester la conception de la formation. Toutefois, la qualité de la formation a été validée afin de garantir qu'elle a été conçue selon les meilleures pratiques en matière de formation asynchrone (Kraiger et Ford, 2021; Mayer, 2021), dans le but de contrôler l'une des catégories de facteurs influençant le transfert, à savoir la conception pédagogique. De plus, l'acceptabilité et la validité du

contenu de la formation ont été assurées par des spécialistes en formation et en santé et sécurité au travail de l'entreprise, comme l'on fait O'Grady *et al.* (2021). Ces spécialistes, qui sont aussi manutentionnaires, ont également vérifié que le niveau de langage ainsi que les termes utilisés dans la formation et dans les outils de collecte de données étaient appropriés pour les personnes participantes à l'étude.

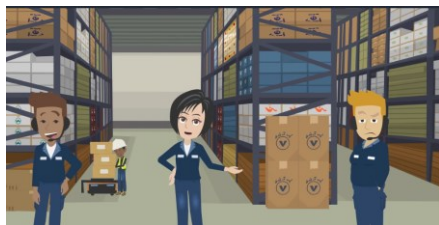
Dans un premier temps, les besoins d'apprentissage en lien avec les comportements désirés en milieu de travail ont été validés avec un expert formateur en santé et sécurité de l'organisation hôte et puis traduits en objectifs d'apprentissage. Le contenu de la formation a été puisé parmi les contenus de formation existants sur le sujet dans l'organisation ainsi que dans les éléments mis de l'avant dans le Programme de formation participative en manutention manuelle de l'IRSST (Denis *et al.*, 2011). Ce programme présente les meilleures pratiques en formation sur ce sujet et était connu des personnes formatrices de l'entreprise. La structure de la formation a été développée conjointement par l'étudiante-chercheuse et l'expert en formation sur la manutention des charges.

Dans un second temps, l'étudiante-chercheuse a rédigé le scénarimage de la formation pour s'assurer que les pratiques validées par la recherche telles que décrites dans la section [2.3.2](#) étaient respectées. Les activités de formation et d'évaluation ont été créées dans un souci d'atteindre les objectifs d'apprentissage. La formation contenait différents types d'activités d'apprentissage où la personne apprenante était active de manière pertinente dans son apprentissage et la présentation des contenus visait à réduire la charge cognitive ainsi qu'à développer du sens pour les personnes apprenantes. Par exemple, des textes ou des animations détaillaient les diverses règles d'action pour éviter les blessures, des démonstrations vidéos illustraient les bonnes pratiques et des questions invitaient la personne apprenante à faire des choix, comme identifier les règles de manutention appropriées à une situation de manutention. Le scénarimage a été revu par l'expert en manutention des charges et le concepteur pédagogique de l'entreprise pour valider le contenu et la formulation de chacune des activités de la formation.

Finalement, un intégrateur de l'entreprise a monté la formation dans le logiciel Storyline de la compagnie Articulate (*Storyline*, s. d.) et une dernière validation de la version intégrée a été effectuée par l'étudiante-chercheuse ainsi que l'expert en manutention des charges. De plus, quelques manutentionnaires d'expérience ont participé à la formation et fourni des commentaires qui ont été pris en compte pour la version finale utilisée dans le cadre de l'étude.

Pour faciliter l'analyse des données, chaque écran de la formation a été numéroté et codifié en fonction du contenu présenté et du type d'activité. Cette codification peut être consultée à l'[Annexe I](#). Au total, la formation en ligne comportait 63 écrans et sous-écrans, qui pouvaient être regroupés en sept types d'activités comportant un niveau d'engagement varié. Le tableau 5 présente une description de chacun de ces types d'activités, ainsi que les niveaux d'engagements attendus, la liste des écrans utilisant ce type d'activité et un exemple d'écran. Les niveaux d'engagement attendu pour chacun des types d'activités ont été déterminés en utilisant la grille d'engagement de Clark et Mayer (2016) que l'on retrouve à la figure 9 de la section [2.3.2](#).

Tableau 5 — Types d'activités utilisées dans la formation en ligne utilisée dans l'étude

Type d'activité	Description	Engagement attendu		Écran	Exemple
		Cognitif	Physique		
Titres	Présentation du titre de la formation ou de la section	F	F	1, 2, 5, 25, 44, 62	
Vidéo d'animation	Vidéo avec narration où un agent pédagogique explique un concept, qui était illustré par une animation	E	F	3, 4, 6, 8, 9, 10, 26, 33, 45, 51, 63	
Vidéo de démonstration ^b	Vidéo montrant une formatrice de l'entreprise manipulant des charges	E	F	28, 29, 30, 31, 32,	

Type d'activité	Description	Engagement attendu		Écran	Exemple
		Cognitif	Physique		
Lecture passive	Contenu présenté sous forme de lecture, principalement les résumés de section	E	F	7, 23, 27, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 60	En résumé Pour travailler avec ta tête et non ton dos, tu dois analyser ton environnement de travail : - Quelles sont les caractéristiques de la charge que tu dois déplacer? - Dans quel environnement physique dois-tu la déplacer? - Où dois-tu prendre la charge et où dois-tu la déposer?
Rétroaction	Explication écrite des bonnes et mauvaises réponses aux exercices	E	F	12, 14, 16, 18, 20, 22, 35, 37, 39, 41, 53, 55, 57, 59,	Trouve l'erreur! Q2 Dans cette manutention, la personne n'a pas... - rapproché la caisse de son corps - plié les genoux - gardé la courbure de son dos - centré la caisse par rapport à son corps Correct Continuer La personne aurait dû rapprocher la caisse de son corps avant de la soulever. Regarde la bonne façon de faire. 
Réflexion narrée	Question orale incitant la personne apprenante à réfléchir sur sa pratique	E	F	24, 43, 61	
Exercice ^c	Activité écrite où la personne apprenante devait faire un choix par rapport au contenu	E	E	11, 13, 15, 17, 19, 21, 34, 36, 38, 40, 52, 54, 56, 58	Analyse ton environnement! Q2 Tu dois prendre une caisse dans l'emplacement du bas, quel est le danger? - La hauteur de la liasse - Les bulles au plancher - Le poids de la caisse - Les caisses sur l'étagère du haut 

Note. ^a F = faible, E = élevé. ^b Les questions 34, 36, 38, 40 et les rétroactions 35, 37, 39, 41 comportaient également une vidéo de démonstration. ^c Question à choix multiple avec mots, images ou vidéos, trouver l'erreur dans une image, glisser-déposer, question à réponse multiple. Les questions ou les instructions étaient écrites et nécessitaient de la lecture, mais pouvaient inclure des éléments graphiques.

Finalement, pour éviter que l'environnement physique et l'environnement social n'affectent l'attention (Stevens *et al.*, 2020; Vasilev *et al.*, 2018) ainsi que la qualité du signal EEG, les manutentionnaires ont participé à la formation dans un local isolé de la salle de formation et de l'entrepôt où ils exécutaient leurs tâches quotidiennes.

3.3 Les personnes participant à l'étude

Cette étude a été menée en milieu naturel plutôt qu'en laboratoire, c'est-à-dire qu'une organisation a accepté que des membres de son personnel y participent dans ses locaux. Cette section présentera cette organisation, ainsi que la méthode et les critères de sélection des personnes participant à l'étude. Finalement, des données statistiques décriront les 20 manutentionnaires ayant participé à l'étude ainsi que les trois personnes formatrices ayant eu pour tâche d'évaluer les comportements en milieu de travail.

3.3.1 Le terrain de l'étude

L'entreprise dans laquelle s'est déroulée cette étude œuvrait dans le secteur de la vente au détail et employait près de 90 000 personnes au Canada. Cette entreprise a été sélectionnée principalement pour des considérations pratiques. Tout d'abord, il est plus facile de mener une étude dans une entreprise privée que dans une organisation gouvernementale, à cause de la complexité administrative des organisations publiques (J.-F. Roussel, conversation en personne, 13 décembre 2022). Ensuite, l'entreprise avait des besoins de formation portant sur des savoirs techniques, dont le transfert de type rapproché se mesure plus facilement qu'une situation de transfert éloigné (Roussel, 2011). Enfin, la gestionnaire de l'équipe Formation et développement organisationnel de l'entreprise possédait une formation en gestion de la formation en entreprise et cherchait à baser les interventions de l'équipe sur les connaissances issues de la recherche.

L'entreprise a amorcé un virage vers les formations hybrides afin d'améliorer l'efficacité de son offre de formation. Elle mettait en œuvre progressivement des programmes dans lesquels le personnel commençait par suivre un module en ligne asynchrone afin de mettre à niveau ou renforcer les connaissances de base, avant de rencontrer une personne formatrice pour une formation pratique. Cette formation asynchrone servait également de ressource de référence après la formation, permettant au personnel de consulter les modules asynchrones pour se rappeler les techniques de travail sans avoir à faire appel à une personne formatrice ou experte en contenu. En plus de ces programmes hybrides, le personnel devait suivre une à deux formations par année offertes en modalité 100 % asynchrone sur des

sujets de santé et sécurité au travail et sur les bonnes pratiques de travail. Cependant, avant cette étude, la formation sur la manutention manuelle n'avait pas été proposée dans la modalité en ligne asynchrone.

Pour le déroulement de l'étude, l'entreprise a identifié un entrepôt semi-automatisé dans la région de Montréal où il restait plusieurs tâches de manutention effectuées manuellement. Dans cet entrepôt, environ 220 personnes travaillaient à la relève de nuit, en rotation à trois types de postes : la réception et le déballage des boîtes, l'assemblage des commandes ainsi que l'emballage et l'expédition des commandes. Chaque semaine, environ 90 personnes étaient affectées aux tâches d'assemblage de deux à trois quarts de travail par semaine. Le travail d'assemblage de commande consistait à prendre des boîtes de formes, grandeurs et poids différents et les déposer sur des palettes qui étaient tirées par un tracteur de remorquage. Pour prendre ou déposer des boîtes, les manutentionnaires se penchaient, effectuaient des mouvements en torsion et tenaient des charges à bout de bras, loin du corps. Ils exécutaient parfois ces mouvements dans des endroits exigus.

3.3.2 Le recrutement des personnes ayant participé à l'étude

La formation visait toutes les personnes n'ayant jamais reçu de formation sur la manutention manuelle, qu'elles aient été récemment embauchées ou non. Le quart de nuit a été sélectionné pour cette étude, car la main-d'œuvre de ce quart était plus jeune et avait moins d'ancienneté dans l'entreprise. Ils étaient donc plus nombreux à répondre aux critères d'inclusion, même après l'application des critères de sélection pour la prise de données neurophysiologiques. Un échantillon de convenance a été constitué à partir des personnes qui se sont portées volontaires pour participer à l'étude.

Pour recruter les volontaires, l'étudiante-chercheuse a participé à une rencontre de début de quart où elle a expliqué l'objectif général ainsi que le déroulement de l'étude. Une affiche de recrutement présentant l'étude (voir [Annexe A](#)) ainsi qu'une feuille où les volontaires pouvaient écrire leur nom étaient apposées sur un chevalet. De plus, quelques copies de l'affiche et des feuilles de recrutement ont été apposées à divers endroits dans les espaces de travail.

Trois personnes formatrices ont également été approchées par le responsable du projet en interne pour observer les volontaires et toutes ont accepté de participer à l'étude. Les personnes formatrices connaissaient les compétences, expériences et besoins en formation du personnel et évaluaient les compétences au quotidien. Pour cette raison, elles ont été sélectionnées pour obtenir les données

hétérorapportées, contrairement aux chefs d'équipe, qui ne jouaient pas ce rôle et ne possédaient pas ces informations.

3.3.3 L'échantillon

L'échantillon était composé de 20 personnes, toutes employées sur le quart de nuit dans un entrepôt de la grande région de Montréal de l'organisation hôte. Ces personnes étaient affectées sur certains quarts de travail au montage de palettes, qui consistait à prendre des caisses dans des emplacements dans l'entrepôt et à les placer correctement sur un transpalette, puis à emballer les palettes en vue de leur transport vers le magasin qui a passé la commande. Sur les 20 personnes participantes, six s'identifiaient comme des femmes et quatorze comme des hommes. D'autres choix d'identité de genre étaient offerts dans le questionnaire, mais n'ont pas été sélectionnés. L'âge moyen des personnes participantes était de 36 ans (ET = 12,8), la plus jeune personne ayant 17 ans et la plus vieille 60 ans. Le tableau 6 présente les données statistiques descriptives de l'échantillon. Les items portant sur l'expertise, l'anxiété face à l'ordinateur et l'aisance face à la formation en ligne asynchrone ont été mesurés à l'aide d'échelles de Likert à cinq points. Les items portant sur l'anxiété face à l'ordinateur et sur l'aisance face à la formation en ligne s'inspiraient des items utilisés par Park et Wentley (2007). Les questions démographiques sont disponibles à l'[Annexe C](#).

Tableau 6 — Statistiques descriptives des manutentionnaires

Variables	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Genre — Homme	13	--	--	--	--
Genre — Femme	7	--	--	--	--
Âge (années)	20	17	60	36,35	12,84
Expérience (mois)	20	5	324	63,80	100,23
Expertise (/5)	20	2	5	3,55	1,05
Anxiété face à l'ordinateur (/5)	20	1	5	4,25	1,16
Aisance face à la formation en ligne asynchrone (/5)	20	1	5	3,65	1,27

Dans les études en neuroscience effectuées en laboratoire, les personnes gauchères sont généralement éliminées de l'étude (Charland *et al.*, 2016), tout comme celles ayant un diagnostic physiologique ou un trouble neurologique qui pourraient affecter les données EEG ou l'attention, tel que l'épilepsie (Lackmann *et al.*, 2021) ou le trouble du déficit d'attention (Ortiz de Guinea *et al.*, 2014). De plus, les

personnes souffrant d'astigmatisme, ayant subi de correction de vue au laser ou portant de lunettes ou de verres de contact pouvant affecter la calibration des appareils d'oculométrie sont également exclues (Dirkx *et al.*, 2015; Glanger, 2018). Cependant, comme cette étude visait à explorer le phénomène en milieu naturel, seul le critère de latéralité a été retenu. Ainsi, les personnes volontaires étaient toutes droitières, mais six ont déclaré avoir une condition neurologique comme le déficit de l'attention, l'anxiété ou la dyslexie.

Pour assurer la validité interne des résultats, les volontaires ne devaient pas détenir d'expertise particulière sur la manutention des charges. L'appel aux volontaires sollicitait donc des personnes qui débutaient dans le métier de manutentionnaire. L'organisation a permis à tout le personnel du quart de nuit possédant moins de 18 mois d'ancienneté et n'ayant pas suivi la formation spécifique sur la manutention manuelle des charges de participer à l'étude. Cependant, certaines personnes avaient de l'expérience antérieure dans d'autres organisations avant d'être employées par l'organisation hôte. Au final, les volontaires possédaient en moyenne entre 63 et 64 mois d'expérience en manutention et avec une médiane de 17 mois. Des analyses préliminaires n'ont pas révélé de différence significative dans les connaissances préalables entre les personnes ayant plus de 24 mois d'expérience ou moins de 24 mois d'expérience, $U = 30,00$, $p = ,241$.

Les personnes participantes ont autoévalué leur expertise en moyenne à 3,55 sur 5 (1=Débutant, 5=Expert). Aucune personne ne s'est attribué la cote de 1 sur 5, même les personnes en poste depuis moins de 6 mois. Toutefois, il existait une différence significative dans les connaissances préalables globales entre les personnes ayant autorapporté un niveau d'expertise de plus de 3,5/5 ou moins de 3,5/5 $U = 20,50$, $p = ,025$.

Étant donné que la formation était offerte sur l'ordinateur, que le travail quotidien des manutentionnaires n'impliquait pas un travail avec un ordinateur et que le sentiment d'efficacité personnelle envers l'ordinateur constitue un facteur influençant l'efficacité des formations en ligne, deux items portant sur ce sujet ont été inclus dans le questionnaire démographique. À la question « Quel est votre niveau d'anxiété face à l'utilisation d'un ordinateur dans le contexte du travail? 1 = Très anxieux.se et 5 = Pas du tout anxieux.se », les personnes participantes ont répondu en moyenne 4,25 sur 5, indiquant un niveau d'anxiété face à l'ordinateur assez faible. À la question « Quel est votre niveau d'aisance avec

l'autoformation en ligne? 1 = Pas du tout à l'aise et 5 = Très à l'aise », la moyenne de 3,65 sur 5 indiquait que les personnes participantes étaient moyennement à l'aise face à la formation en ligne asynchrone.

En plus des 20 manutentionnaires, trois personnes formatrices, elles-mêmes manutentionnaires sur le quart de nuit, ont suivi la formation afin d'être outillées pour évaluer les comportements des 20 volontaires. Le tableau 7 présente les données descriptives pour ces personnes. Aucune d'entre elles n'avait reçu de formation portant sur la conception, la facilitation ou l'évaluation des apprentissages en milieu de travail.

Tableau 7 — Statistiques descriptives des personnes formatrices

Variables	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Genre — Homme	2	--	--	--	--
Genre — Femme	1	--	--	--	--
Âge (années)	3	32	43	39,00	6,083
Expérience (mois)	3	204	300	248,00	48,497
Expertise (1 à 5)	3	4	4	4,00	,000
Anxiété face à l'ordinateur (1 à 5)	3	2	5	3,67	1,528
Aisance face à la formation en ligne asynchrone (1 à 5)	3	5	5	5,00	,000

3.4 La mesure des variables à l'étude

Cette section présentera les principes théoriques de la mesure de chacune des variables de l'étude, ainsi que les outils de collecte de données qui ont été utilisés, soit : un test de connaissances, deux questionnaires mesurant le comportement, un à l'intention des manutentionnaires et l'autre pour les personnes formatrices, un guide d'entretien ainsi que les deux appareils qui ont recueilli les données neurophysiologiques. Tous les questionnaires de l'étude ont été créés dans l'outil LimeSurvey afin de réduire les risques d'erreurs de transcription des données et de faciliter les analyses statistiques.

En plus des différents instruments liés à la mesure des variables, un questionnaire démographique composé de six questions a été utilisé ([Annexe C](#)). Une question sur le genre a servi à vérifier qu'il n'existait pas de différences en lien avec cette variable, de même que pour l'âge. Une question sur le nombre d'années d'expérience en manutention des charges et une question d'autoévaluation sur le niveau d'expertise en manutention des charges ont permis de faire des analyses post hoc. Une question sur

l'anxiété face à l'utilisation d'un ordinateur et une autre sur le sentiment d'aisance avec la formation en ligne asynchrone ont servi à déterminer si ces facteurs ont exercé une influence sur les résultats.

3.4.1 L'attention sélective

Dès lors que l'on accepte que l'attention influence l'apprentissage comme le soutiennent, entre autres, Charland *et al.* (2016), Kruschke (2003) et Niv (2019), il devient important de la mesurer. Cependant, comme l'attention peut être conceptualisée de différentes manières, il convient de sélectionner un test approprié à l'aspect de l'attention qui doit être mesuré (Zomeran et Brouwer, 2020). Comme cette étude portait sur l'attention sélective, les tests décrits dans cette section visaient à évaluer ce à quoi les personnes portaient attention parmi les stimulus présentés dans une formation en ligne asynchrone.

3.4.1.1 La mesure de l'attention sélective

Une méthode répandue de mesure de l'attention sélective consiste à demander aux personnes apprenantes de répondre à un questionnaire sur leur attention pendant la formation (Fredricks *et al.*, 2019). Le questionnaire peut également être soumis après la formation pour éviter de compromettre l'attention pendant la tâche d'apprentissage (p. ex. Di Lascio, 2021; Léger *et al.*, 2014). Une autre méthode pour mesurer l'attention, moins fréquente, consiste à procéder par verbalisation et observation. Par exemple, Naismith et Lajoie (2018) ont filmé 28 personnes étudiant en médecine alors qu'elles participaient à la formation de 2 heures et durant laquelle elles devaient verbaliser ce à quoi elles portaient spontanément attention. La prémisse de cette méthode repose sur l'idée que les verbalisations reflètent le contenu de la mémoire de travail auquel la personne participante prête attention et que ces contenus seront stockés dans la mémoire à long terme pour être récupérés ultérieurement. Pendant l'expérimentation, le chercheur était assis près de la personne participante et tentait de ne pas la déranger. Toutefois, dès que la personne participante restait silencieuse pour plus de 10 secondes, le chercheur lui demandait ce à quoi il ou elle pensait. Mais cette technique comporte plusieurs désavantages. Tout d'abord, la formulation même de l'instruction peut amener les personnes participantes à porter attention à des éléments précis de la formation ou à verbaliser une observation personnelle plutôt que la description de l'élément dans la mémoire de travail (Ericsson et Simon, 1993; Hertzum *et al.*, 2009). Ensuite, le fait de rapporter à voix haute ses pensées peut perturber le processus de pensée naturelle, entraînant des déclarations inexactes ou incomplètes de leur part (Hertzum *et al.*, 2009). Finalement, le fait de devoir verbaliser ses pensées ralentit l'exécution de la tâche d'apprentissage (Hertzum *et al.*, 2009), ce qui se traduirait par un temps de formation plus long dans le contexte de cette étude.

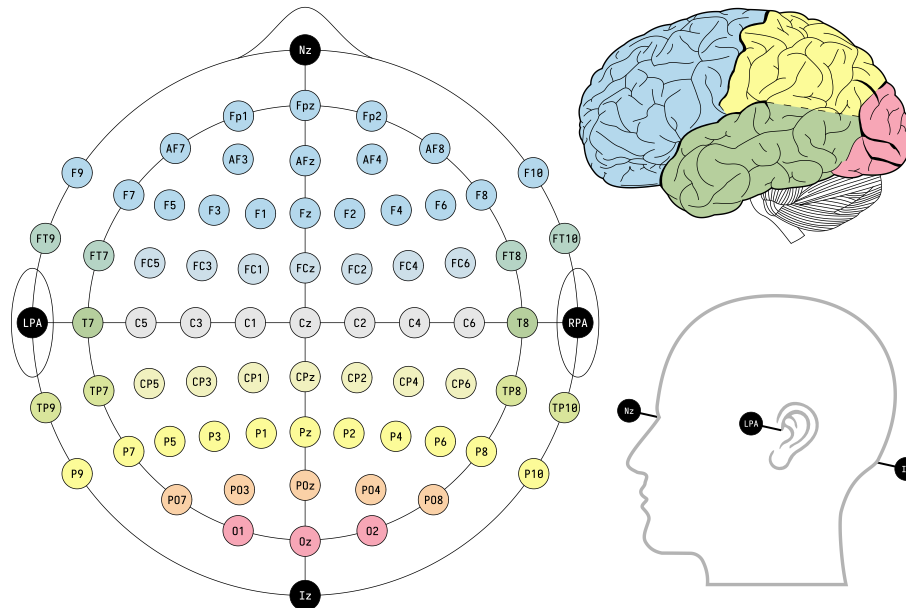
Par ailleurs, les avancées en neurosciences des 10 dernières années permettent de mesurer l'attention à l'aide de données neurophysiologiques telles que l'EEG, l'oculométrie (Attfield *et al.*, 2011), l'activité électrodermale ainsi que la variation du rythme cardiaque (Léger *et al.*, 2014). Ces outils permettent, entre autres, de mesurer l'attention en continu des personnes participant à une formation, de collecter des données autrement inobservables et de recueillir des données en continu pouvant être analysées longitudinalement par la suite (Ben Khedher *et al.*, 2019; Dweck *et al.*, 2004). Les études de Charland *et al.* (2013), Iwaki et Tanaka (2018), Ni *et al.* (2020), Sethi *et al.* (2018) ainsi que celle de Walter *et al.* (2017) sont des exemples de l'utilisation de ces mesures en éducation.

3.4.1.1.1 La mesure de l'attention par EEG

L'EEG constitue une méthode de neuro-imagerie qui reflète la moyenne du courant électrique liée à l'activité dans une région neuronale. La mesure de ces signaux permet d'identifier les motifs caractéristiques associés à différents niveaux d'attention, tels que les ondes alpha, bêta et thêta. L'analyse de l'EEG permet ainsi de quantifier l'engagement attentionnel d'une personne dans une tâche spécifique (Ceh *et al.*, 2020; Ganglbauer *et al.*, 2009; Pope *et al.*, 1995). L'EEG mesure de manière assez précise cette activité électrique dans le temps, mais ne localise pas précisément cette activité dans le cerveau. De plus, elle est assez sensible aux artéfacts myographiques et oculaires (van Gerven *et al.*, 2009). Cependant, comme elle est non invasive, elle est couramment utilisée en laboratoire et en milieu naturel pour mesurer l'engagement des personnes effectuant une tâche (Charles et Nixon, 2019).

La captation de données EEG nécessite l'utilisation d'un casque à électrodes, d'un amplificateur, d'un convertisseur ainsi qu'un ordinateur pour enregistrer les données. En laboratoire, les casques utilisés possèdent généralement 32 ou 64 électrodes, mais certains vont jusqu'à 128 et même 256 électrodes (Luck, 2014). Les électrodes sont le plus souvent positionnées selon le système de notation de référence appelé 10-20, tel qu'illustré à la figure 13. Ce système de notation international est basé sur des pourcentages de distance entre des points de repère, dont le nasion et l'inion. Il permet d'aligner les électrodes sur des zones spécifiques du cerveau (Binnie *et al.*, 1982; Homan *et al.*, 1987).

Figure 13 — Placement des électrodes selon le système 10-20



Note. Les positions des électrodes EEG utilisant la nomenclature combinatoire modifiée telle que présentée par Klem, Lüders, Jasper et Elger (1999). Les sites des électrodes sont codés par couleur selon les lobes du cerveau que leurs étiquettes (F, C, P, O et T) représentent. La tête indique l'emplacement des repères : le nasion, le point préauriculaire (gauche) et l'inion. Image créée par Laurens R. Krol et publiée sur Wikimedia Commons avec la licence CC0.

La quantité et la qualité des données d'EEG recueillies augmentent avec le nombre d'électrodes. Cependant, plus le nombre d'électrodes est élevé, plus la mise en place du casque devient longue et compliquée et plus le risque de contamination par pont électrique entre les électrodes grandit (Luck, 2014). De plus, l'augmentation du nombre d'électrodes et de points temporels réduit la puissance statistique (Luck, 2014). Il peut donc être inutile, voire improductif, d'utiliser des casques avec un nombre trop élevé d'électrodes. Pour réduire ce problème, beaucoup d'études utilisent des casques à 32 ou 64 électrodes ainsi que des méthodes de correction de données, telle que les analyses en composantes indépendantes (ICA) (Luck, 2014). Les casques de laboratoire à 16, 32, 128 ou 256 électrodes coûtent cher et peuvent être complexes à utiliser. En conséquence, ils conviennent moins aux environnements naturels. Pour cette raison, des entreprises ont développé des appareils plus simples à 1, 8 ou 16 électrodes. Toutefois, l'utilisation de ces casques nécessite généralement un traitement manuel des données pour en retirer les artéfacts myographiques et oculaires, complexifiant l'analyse des résultats.

En plus du nombre d'électrodes, les casques peuvent être utilisés avec ou sans gel. L'utilisation de gel augmente la connectivité entre l'électrode et le cuir chevelu, mais a pour conséquence que les personnes participantes doivent se laver les cheveux après l'expérimentation. En conséquence, les personnes chercheuses souhaitant recueillir des données valides pour la recherche en milieu naturel utilisent parfois un casque avec huit électrodes sèches. Ce type de casque portatif, léger et pratique recueille tout de même des données qui peuvent être utilisées en recherche. Les électrodes de la ligne médiane (Fz, Cz, et Pz) s'avèrent particulièrement importantes pour mesurer le potentiel des événements liés à l'attention ainsi qu'à l'encodage et à la prise de décision (Iwaki et Tanaka, 2018; Metcalfe *et al.*, 2015). Ces données peuvent ensuite être analysées grâce à des algorithmes d'analyse d'électroencéphalogramme (EEG) mis au point dans le domaine de la neuroergonomie (Charland *et al.*, 2013; Dimigen et Ehinger, 2021; Lin et Kao, 2018). Pour mesurer l'attention, plusieurs scientifiques combinent les données EEG ainsi que les données d'oculométrie (p. ex. Asish *et al.*, 2023; Ben Khedher *et al.*, 2019; Ceh *et al.*, 2020; Charland *et al.*, 2015; Keskin *et al.*, 2019).

3.4.1.1.2 L'instrument de mesure d'électroencéphalographie (Inst1)

Les données EEG ont été collectées à l'aide d'un casque Unicorn à huit électrodes sèches de la marque g.tec (figure 14). Ce casque a été sélectionné en raison de sa grande portabilité, de sa facilité d'utilisation ainsi que de sa disponibilité à un coût qui pourrait se permettre une organisation québécoise.

Le casque était relié à un amplificateur incluant une unité de mesure d'inertie ainsi que trois accéléromètres et trois gyroscopes. Toutes les transmissions de l'amplificateur se faisaient à un taux de 250 Hz. Les huit électrodes ont été positionnées selon le système international 10-20 aux positions Fz, Cz, Pz, Oz, C3, C4, PO7 et PO8, comme indiqué dans la figure 15. L'électrode de référence et l'électrode de mise à la terre ont été placées derrière les oreilles.

Pour s'assurer de la collecte de données valides, la circonférence de la tête de chacune des personnes a été mesurée, ainsi que la distance entre le nasion et l'inion. Ensuite, le casque de la grandeur appropriée pour chacune des personnes participant à l'étude a été sélectionné et installé correctement.

Figure 14 — Casque Unicorn de g.tec

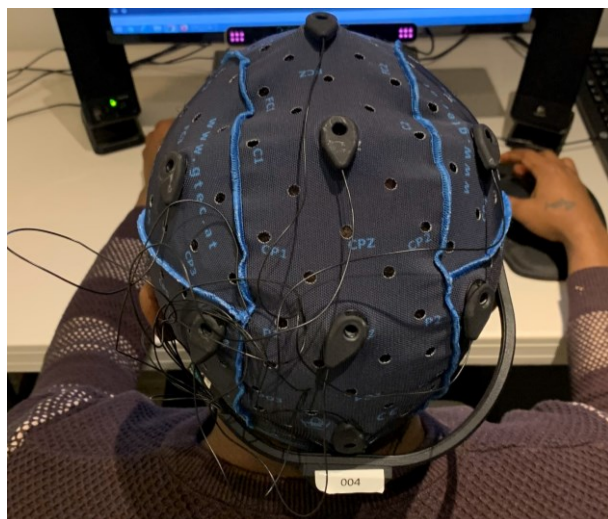
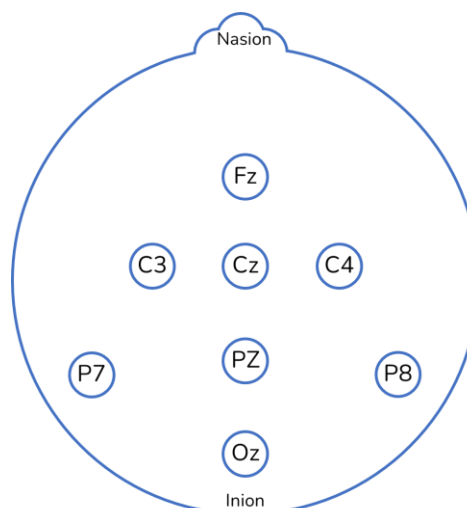


Figure 15 — Positionnement des électrodes



3.4.1.1.3 La mesure de l'attention par oculométrie

La mesure de l'attention par oculométrie repose sur la théorie selon laquelle les mouvements oculaires sont étroitement liés à l'attention visuelle (Jacob et Karn, 2003; Lodge et Harrison, 2019). Lorsqu'une personne porte son attention sur un objet ou une région spécifique, ses yeux ont tendance à se diriger vers cette cible, se traduisant par des saccades (mouvements rapides de l'œil d'un point à un autre) et des fixations caractéristiques (endroits et périodes où le regard reste stable) (Glanger, 2018; Jacob et Karn, 2003), ainsi que par des variations de diamètre des pupilles (Holmqvist *et al.*, 2011). L'oculomètre utilise une lumière infrarouge pour enregistrer les mouvements des yeux et détecter la dilatation de la pupille, aussi appelé pupillométrie.

L'oculométrie comme méthode de mesure de l'attention a été utilisée dans plusieurs études dans le domaine de l'éducation, entre autres par Dirkx *et al.* (2015), Kim et Rehder (2011) et Conati *et al.* (2013). Cependant, l'engagement cognitif n'est pas toujours lié à la direction du regard (Chaouachi, 2015). Par exemple, une personne peut réfléchir à un contenu d'apprentissage en retirant son regard de la formation en ligne qu'elle est en train de suivre pour le poser sur un mur ou un endroit contenant moins de stimulus. Dans le cadre de cette étude, la pupillométrie a donc été retenue comme deuxième méthode de mesure de l'attention.

Dans une revue de littérature récente, Skaramagkas *et al.* (2023) ont conclu que la dilatation de la pupille constituait une indication d'attention visuelle, d'excitation émotionnelle et de niveau de charge cognitive. Deux problèmes principaux touchent l'utilisation des données de pupillométrie. D'une part, la pupillométrie peut mesurer les charges émotives (Ganglbauer *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2023) ainsi que l'excitation (Bradley *et al.*, 2008; Unsworth et Robison, 2018) et l'éveil (McGarrigle *et al.*, 2017). Étant donné qu'une charge cognitive élevée peut également provoquer des émotions négatives comme de l'anxiété ou du stress (Klein *et al.*, 2019), il est possible qu'il soit difficile de distinguer le construit exact mesuré par la pupillométrie. D'autre part, Holmqvist *et al.* (2011) affirment que, lorsque le diamètre de la pupille est utilisé comme mesure d'un état cognitif, la luminosité ambiante induit des variations plus importantes que l'effet cognitif. La luminosité de la pièce et des écrans doit donc demeurer la plus constante possible pour la durée de la prise de données. La pupillométrie est tout de même largement utilisée dans les études sur l'attention, surtout en conjonction avec d'autres mesures comme l'EEG (voir études citées plus haut).

Les mesures de l'attention telles que décrites dans cette section peuvent être réalisées autant dans le contexte d'une formation en ligne que dans une formation en présentiel. Par contre, ce type de mesure est plus souvent réalisé dans les contextes où la personne participante est assise devant un écran. Finalement, les facteurs influençant l'attention ont été contrôlés de la manière suivante :

- la **nature de la tâche** et les **stimulus émotionnels** provoqués par la tâche ont été contrôlés dans la conception pédagogique et ont été les mêmes pour toutes les personnes participant à l'étude;
- l'**intérêt** et l'**environnement social** ont été contrôlés par des questions de l'instrument 6 — questionnaire sur les facteurs influençant le transfert;
- les **connaissances antérieures** ont été mesurées au prétest de connaissances (instrument 3);
- les **caractéristiques individuelles** ont été contrôlées à la sélection des personnes participantes; et
- l'**environnement physique** a été contrôlé lors de la tâche, toutes les personnes ayant participé à l'étude dans la même pièce où le bruit, les distractions et les interruptions ont été limités et la luminosité constante.

3.4.1.1.4 L'instrument de mesure d'oculométrie (Inst2)

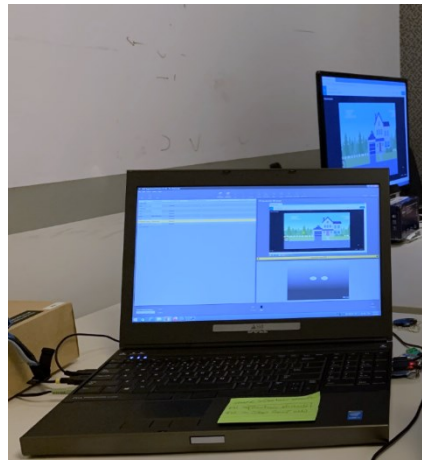
Les données d'oculométrie ont été prises à l'aide de l'oculomètre RED 250 de la compagnie SensoMotoric Instruments (SMI). Cet oculomètre a été utilisé, car en plus de répondre aux besoins de

l'étude et d'avoir été conçu pour la recherche (p. ex. Hernández-Sabaté *et al.*, 2016; Jin *et al.*, 2024), il était disponible dans le laboratoire. Cet oculomètre comprend deux éléments : une caméra qui s'installe sous un moniteur d'ordinateur et une application pour gérer la cueillette des données. Selon le manuel d'utilisation de l'appareil (SensoMotoric Instruments, 2014), la caméra SMI RED 250 compense les mouvements de tête en suivant les réflexes cornéens. Elle enregistre la direction du regard ainsi que la dilatation de la pupille à un taux de 250 Hz avec une résolution spatiale de 0,03 °. Elle peut être utilisée avec la majorité des lunettes et verres de contact. Le mode de suivi oculaire binoculaire intelligent a été utilisé lors de cette étude. La caméra est connectée à l'ordinateur sur lequel est installée l'application iView X à l'aide d'un fil USB. La figure 16 montre l'installation de la caméra sous le moniteur.

Figure 16 — SMI RED



Figure 17 — Logiciel d'oculométrie



L'oculométrie consiste à mesurer les mouvements des yeux, tandis que la pupillométrie consiste à mesurer le diamètre des pupilles (Mahanama *et al.*, 2022). Dans la figure 17, on peut voir l'ordinateur connecté à la caméra avec le logiciel iView qui a enregistré les données d'oculométrie et de pupillométrie. Pour garantir la validité des données, la luminosité provenant de la pièce et des écrans est restée constante tout au long de la collecte de données. L'oculomètre a également été calibré pour s'assurer que les pupilles de la personne participante étaient bien dans le champ de vision de la caméra au début de chaque enregistrement.

3.4.2 Les contenus à transférer

En milieu de travail, la mesure des connaissances est peu courante, car le but des formations est l'application des connaissances en contexte de travail. Lorsque l'apprentissage est évalué, il l'est surtout de manière formative et informelle (Kirkpatrick et Kirkpatrick, 2016). Cependant, la mesure des connaissances est une cible fréquente des études dans le domaine de l'éducation et de la formation, car elle est associée à l'apprentissage.

Une discussion sur les méthodes générales de mesure des connaissances constituera la première partie de cette section, puis suivra une présentation de la mesure des connaissances dans le contexte de la formation en ligne asynchrone. La description de l'outil de mesure de la rétention des connaissances dans le cadre de cette étude clôturera la section.

3.4.2.1 La mesure des connaissances

La mesure des connaissances vise à quantifier les connaissances acquises pendant une formation, dès la fin de la formation ou après un certain temps. La mesure de l'acquisition et de la rétention de connaissances nécessite de prendre des mesures avant et après la formation (Gegenfurtner, 2013). L'acquisition de connaissances se mesure en comparant les connaissances avant et immédiatement après une formation. La rétention de connaissances se mesure en comparant les connaissances avant la formation avec l'évolution des connaissances dans le temps (Kawasaki *et al.*, 2022) et nécessite donc plusieurs mesures en postformation. La mesure des connaissances peut s'effectuer à l'aide de données autorapportées, hétérorapportées ou à l'aide de tests de connaissances.

Les personnes apprenantes peuvent déclarer elles-mêmes la quantité de connaissances qu'elles ont acquises sur un sujet donné. Cependant, ce qui sera alors réellement mesuré n'est pas la connaissance elle-même, mais plutôt la confiance d'une personne dans ses connaissances, un domaine ou un sujet particulier (Schrader et Lawless, 2004). L'utilisation de données hétérorapportées provenant des personnes formatrices pour évaluer les connaissances des personnes apprenantes peut également présenter certains problèmes de validité, dont les biais de perception, le manque d'objectivité, la variabilité entre les personnes évaluatrices ainsi que les erreurs de mémoire (Ford, 2021; Kane, 2006).

Pour surmonter ces problèmes, de nombreux scientifiques ont tenté de développer des tests plus objectifs pour mesurer les connaissances (Schrader et Lawless, 2004), tels que les questionnaires à choix multiples,

les questions à réponse courte, les tâches pratiques ou les études de cas (p. ex. Bouwmeester *et al.*, 2019; Kawasaki *et al.*, 2022). Ces instruments doivent être valides, fiables et adaptés aux objectifs d'apprentissage spécifiques (Phillips et Phillips, 2016). Dans ces instruments, les trois principales méthodes de mesure de la rétention des connaissances sont les questions de type vrai ou faux, l'appariement et les questions à choix multiple, dont on peut faire varier la difficulté en donnant des indices aux personnes apprenantes (Anderson *et al.*, 2001). Par exemple, dans une étude portant sur l'efficacité des échelles de fixation d'objectifs et d'observation du comportement pour améliorer le transfert, Brown *et al.* (2013) ont utilisé des questions à choix multiples, des questions vrai/faux ainsi que des textes troués pour mesurer les connaissances. Shrock *et al.* (2007) suggère les étapes suivantes pour la construction d'un test de connaissances :

1. Définir les objectifs du test en termes de compétences, de connaissances ou de comportements spécifiques que les personnes apprenantes sont censées démontrer.
2. Identifier les critères de performance mesurables définissant les niveaux de réussite attendus pour chaque compétence ou comportement évalué.
3. Concevoir des items pertinents, clairs et évaluables en fonction des critères de performance identifiés.
4. Élaborer un plan d'échantillonnage pour déterminer le nombre de personnes nécessaires et les caractéristiques de l'échantillon, afin de garantir la validité et la fiabilité des résultats du test.
5. Prétester auprès d'un groupe représentatif et réviser le test au besoin.
6. Faire passer le test de manière standardisée, en respectant les consignes et les conditions spécifiées pour garantir l'équité et l'intégrité du processus d'évaluation.
7. Analyser les résultats en fonction des critères de performance établis et interpréter les performances individuelles au regard des standards prédéfinis.
8. Documenter rigoureusement toutes les étapes du processus de création du test et réviser régulièrement son contenu en fonction de l'évolution des compétences requises.

Pour qu'un test de connaissances utilisant des questions à choix multiple soit valide, fiable et équitable, la rédaction des questions doit respecter certains principes. Les questions doivent être claires et concises, exemptes de biais personnel, validées par rapport aux objectifs d'apprentissages et aux connaissances à évaluer et du niveau de difficulté approprié. Les choix de réponses doivent être pertinents, sembler plausibles ainsi qu'équilibrés en termes de longueur, de formulation et de position (Downing, 2006). À ces

critères, Baranowski (2006) ajoute que les questions et les choix de réponses doivent éviter les termes négatifs et les doubles négations ainsi que les incohérences entre les questions. De plus, le test doit être revu par des spécialistes du domaine et être testé dans un groupe pilote avant d'être utilisé à grande échelle (Downing, 2006). Par exemple, Gegenfurtner (2013) a développé le contenu de son test d'évaluation des connaissances à 12 items en collaboration avec des spécialistes en santé et sécurité au travail afin d'en garantir la validité du contenu.

Finalement, la rétroaction constitue un élément essentiel de l'évaluation des connaissances. Il permet aux personnes apprenantes de comprendre leurs erreurs, de renforcer leurs connaissances et de s'améliorer. La rétroaction peut être fournie de manière individuelle ou collective, immédiatement après l'évaluation ou à un moment ultérieur (Kirkpatrick et Kirkpatrick, 2016).

3.4.2.2 La mesure des connaissances dans une formation en ligne asynchrone

Les questions à choix multiples restent le type d'item le plus couramment utilisé dans les instruments mesurant les connaissances dans la formation en ligne asynchrone en raison de leur facilité de correction automatisée (Attali et van der Kleij, 2017). En effet, ce type de question offre une évaluation objective, fiable, économique et standardisée des connaissances. Leur utilisation permet une collecte rapide de données et une évaluation précise des objectifs d'apprentissage spécifiques (Downing, 2006). De plus, Attali et van der Kleij (2017) ont trouvé que les questions à choix multiples obtenaient des résultats significativement supérieurs que les questions à développement, mais uniquement pour les personnes qui répondaient bien à la question du premier coup.

Bien que les questions à choix multiples et les questions de type vrai ou faux soient les plus courantes, la modalité asynchrone ouvre la porte à d'autres méthodes pour tester les connaissances, telles que les questions à réponse multiples, les questions de type glisser-déposer, les questions à choix multiples améliorées, les tâches basées sur des simulations et les tâches interactives. L'objectif principal de l'utilisation de ces formats d'items est d'améliorer la représentation des connaissances évaluées, en permettant aux personnes apprenantes de démontrer leurs connaissances de manière plus authentique et réaliste. Les avantages de ces formats incluent la possibilité de mesurer des connaissances complexes, d'évaluer la pensée critique et la résolution de problèmes, ainsi que de fournir de la rétroaction plus détaillée et personnalisée aux personnes apprenantes. Toutefois, ils sont plus complexes à concevoir que les questions à choix multiples classiques (Sireci et Zenisky, 2006).

À titre d'exemple, Howard (2020) a mesuré « l'apprentissage et les connaissances déclaratives » lors d'une formation en ligne asynchrone à l'aide de questions à choix multiples ainsi que l'exactitude des schémas mentaux créés par les personnes apprenantes à l'aide de questions ouvertes et de la création d'un diagramme d'interrelations. O'Grady *et al.* (2021) ont analysé la rétention deux semaines après trois versions d'une formation en ligne asynchrone : une avec interaction, une sans interaction et sans pause et une sans interaction, mais avec la possibilité de faire des pauses dans la formation. Les trois versions de la formation ont augmenté l'apprentissage des personnes participantes. De plus, et contre les attentes de l'équipe de recherche, les trois versions de la formation ont donné des résultats similaires au test de connaissances. Les auteurs ont estimé que c'était la qualité de la conception pédagogique (identique pour les trois versions de leur formation) plus que le média qui a influencé l'apprentissage, comme le soutiennent d'ailleurs Clark (1994) ainsi que Kraiger et Ford (2021).

3.4.2.3 L'instrument de mesure des connaissances (Inst3)

Dans le cadre de cette étude, les connaissances factuelles, conceptuelles et procédurales ont été évaluées, mais non les connaissances stratégiques, ces dernières ayant été jugées moins pertinentes au regard du type de formation et de tâche à accomplir. Un questionnaire quantitatif de mesure des connaissances d'une dizaine de questions a été créé en suivant les recommandations en mesure et évaluation des connaissances (Downing et Haladyna, 2006; Kirkpatrick et Kirkpatrick, 2016; Phillips et Phillips, 2016; Schmeiser et Welch, 2006) comme l'on fait par exemple Pan et Sana (2021) et Chen *et al.* (2005).

La qualité d'un instrument de mesure doit répondre à cinq critères : la validité, la fidélité, la portée, la faisabilité et l'efficacité. La validité de l'instrument a été assurée grâce à la cohérence entre les items du questionnaire ainsi que le contenu de la formation et le niveau taxonomique des objectifs d'apprentissage. Cette cohérence a été validée par l'étudiante-chercheuse et le formateur de l'entreprise spécialisé en santé et sécurité au travail. La fidélité de l'instrument a été assurée par la clarté des directives ainsi que par le format de l'instrument, qui comportait uniquement des questions fermées. La portée de l'instrument a été validée en utilisant une table des spécifications (tableau 8), qui a calculé le poids de chacun des objectifs d'apprentissage et de chacun des niveaux taxonomiques dans le test. L'utilisation de ce type de tableau est préconisée par Schmeiser et Welch (2006) ainsi que par Gilles *et al.* (2017) et a été employée, entre autres, par Chochard *et al.* (2019).

Tableau 8 — Table des spécifications pour le test de connaissances

Objectif	Poids objectif	Élément de contenu	Niveau 1 (Connaissance)	Niveau 2 (Compréhension)	Niveau 3 (Application)
Analyser l'environnement de travail en lien avec la manutention à effectuer	25	Analyser les caractéristiques de la charge		6,25	
		Analyser l'environnement dans lequel la charge doit être manipulée		6,25	6,25
		Analyser le déplacement requis entre la position de départ et la position d'arrivée de la charge	6,25		
Appliquer les 5 principes d'une bonne manutention pour éviter les blessures	50	Préparer la manutention			6,25
		Répartir la charge		6,25	
		Stabiliser et équilibrer le corps		6,25	6,25
		Choisir la bonne transition		6,25	6,25
		Mettre à profit les ressources		6,25	6,25
Planifier le travail afin d'optimiser les déplacements et les manipulations	18,75	Prévoir les déplacements			6,25
		Éviter la remanutention			6,25
		Garder une cadence de travail		6,25	
Discuter de situations de manutention	6,25				6,25
Poids par niveau taxonomique	100		6,25	43,75	50

L'efficacité de l'instrument a été assurée par l'utilisation d'un questionnaire électronique, permettant aux personnes participantes de répondre à tous les items dans un court laps de temps et corrigeant automatiquement les réponses. Finalement, la faisabilité a été validée auprès de l'organisation hôte, par des discussions avec les responsables de la formation.

La même version de ce questionnaire (voir [Annexe D](#)) a été utilisée au prétest, à la fin de la formation et cinq semaines après la formation. Les résultats à ce questionnaire ont eu trois utilités :

1. identifier le niveau de connaissances antérieures sur le sujet de la formation;
2. obtenir des données longitudinales afin d'analyser l'évolution des apprentissages; et
3. déterminer si cette variable affecte le transfert des apprentissages ou non.

3.4.3 Les résultats du transfert des apprentissages

Plusieurs scientifiques affirment que le transfert est le but ultime de la formation en milieu de travail (p. ex. Kraiger et Ford, 2021; Noe, 2020; Pollock *et al.*, 2015). Cependant, la mesure du transfert réel est moins courante que celle des facteurs influençant le transfert. En effet, la mesure du transfert réel est plus difficile à réaliser, car elle doit être hautement contextualisée (Schoeb *et al.*, 2021). Quelques scientifiques, s'attardent tout de même à mesurer le résultat, c'est-à-dire le changement dans les pratiques, tels que Chochard (2019), Brown (2013), Chauvin (2018) et Coucourde (2023). Le changement dans les pratiques peut se mesurer en évaluant chacune des trois dimensions du transfert (fréquence, performance et adaptation), comme recommandé par Schoeb *et al.* (2021).

3.4.3.1 La mesure du transfert des apprentissages

Les deux premières dimensions du transfert, la fréquence d'utilisation des apprentissages et la performance lors de l'utilisation des apprentissages, sont généralement mesurées quantitativement par des échelles de Likert (Schoeb *et al.*, 2021). Par exemple, Brown *et al.* (2016) ont demandé à leurs personnes participantes d'indiquer la fréquence à laquelle elles utilisaient le contenu de la formation de retour en milieu de travail. De même, Chochard *et al.* (2019) ont évalué quantitativement la performance du personnel infirmier sur 58 éléments de compétences à la suite d'une formation portant sur la qualité des soins à l'aide d'une grille d'observation et d'une échelle ordinale à cinq points.

La troisième dimension du transfert, l'adaptation des apprentissages, se mesure plus facilement par des entretiens semi-dirigés ou des questionnaires qualitatifs, comme l'on fait par exemple Yelon *et al.* (2014) avec des médecins devant apprendre à enseigner et Coucourde (2023) avec des gestionnaires participant à une formation en leadership. En effet, l'adaptation requise des apprentissages réalisés en formation lors de l'application en milieu de travail se comprend mieux lorsqu'elle est explicitée en détail que par des items à choix multiple.

Comme la mesure du transfert réel doit être hautement contextualisée à la formation et au milieu d'application, les instruments sont généralement créés spécifiquement pour chacune des études (Schoeb *et al.*, 2021). Pour aider les personnes chercheuses à créer ces instruments, Gilles *et al.* (2017) ont développé un processus en sept étapes visant à contrôler huit critères de qualité d'un instrument de mesure du transfert : la validité, la fidélité, la sensibilité, la diagnosticité, l'équité, la praticabilité, la communicabilité et l'authenticité. Ces étapes, similaires à celles de Shrock *et al.* (2007) pour la construction d'un test de connaissances, sont :

1. Définir clairement les objectifs d'évaluation du transfert, c'est-à-dire les compétences ou les comportements que les personnes apprenantes sont censées démontrer.
2. Concevoir des instruments d'évaluation valides, fiables et adaptés aux objectifs d'apprentissage spécifiques tels que des questionnaires, des tests ou des études de cas.
3. Collecter les données d'évaluation auprès des personnes apprenantes, que ce soit par des autoévaluations, des évaluations par les pairs, des observations ou d'autres méthodes pertinentes.
4. Analyser les données en fonction des critères de performance établis lors de la définition des objectifs et interpréter les résultats par rapport aux standards prédéfinis.
5. Fournir de la rétroaction aux personnes apprenantes sur leurs résultats d'évaluation. La rétroaction peut être donnée individuellement ou collectivement et elle doit viser à aider les personnes apprenantes à comprendre leurs erreurs, à renforcer leurs connaissances et à s'améliorer.
6. Réviser et améliorer les instruments d'évaluation si nécessaire. Cela peut inclure des ajustements dans la formulation des questions, la modification des critères de performance ou d'autres aspects des instruments.
7. Gérer la qualité de l'évaluation tout au long du processus d'évaluation en assurant la validité, la fiabilité et l'équité des instruments d'évaluation et des résultats obtenus. Cela peut impliquer des

mesures telles que la formation des personnes évaluatrices, la standardisation des procédures d'évaluation et la documentation rigoureuse de tout le processus.

Le transfert des apprentissages après une formation en ligne asynchrone se mesure de la même manière qu'après une formation dans une autre modalité. En effet, comme la mesure du transfert s'effectue en milieu de travail quelque temps après la formation, la modalité de cette dernière n'a pas d'impact sur les instruments de mesure. C'est d'ailleurs sur cette prémisse que se basent les études comparant les modalités, comme l'ont fait Petty *et al.* (2007).

3.4.3.2 Les instruments de mesure des comportements (Inst4a et Inst4b)

La dizaine d'items quantitatifs du questionnaire ont mesuré deux des trois dimensions du transfert, soit la fréquence d'utilisation des apprentissages et la performance lors de l'utilisation des apprentissages (Schoeb *et al.*, 2021). La troisième dimension du transfert, l'adaptation des apprentissages, a été plutôt mesurée lors des entretiens, car il n'est pas possible d'en faire un portrait préalable à la formation. L'échelle utilisée dans ce questionnaire était de type Likert en 5 points et présentait des données numériques ancrées verbalement (p. ex. Brown *et al.*, 2016; Cascio et Ramos, 1986; Joo *et al.*, 2011; Kim et Lee, 2019).

Comme dans la majorité des études sur le transfert, les questionnaires sur les comportements ont été créés spécifiquement pour cette étude. Les items rédigés s'inspiraient des items proposés par Roussel (2011), de ceux proposés par Rivard et Lauzier (2023) ainsi que de ceux utilisés par Ballesteros et De Saá (2012). La mesure du transfert implique une comparaison des comportements avant et après la formation (Chauvin, 2018; Roussel, 2011; Schoeb *et al.*, 2021). Ces questionnaires ont donc permis d'obtenir le portrait des comportements avant et après la participation à la formation afin de les comparer.

Deux versions du questionnaire ont été créées, une à l'intention des manutentionnaires (Inst4a) et l'autre à l'intention des personnes formatrices (Inst4b). Le questionnaire pour les manutentionnaires a permis de recueillir les données autorapportées sur la perception de la performance et de la fréquence de la mise en application des comportements mis de l'avant dans la formation. Le questionnaire pour les personnes formatrices a recueilli des données hétérorapportées, à des fins de comparaisons aux données autorapportées. Ainsi, cet instrument a offert deux éclairages d'une même réalité et a répondu aux appels des milieux de recherche sur le transfert (Baldwin *et al.*, 2017; Schoeb *et al.*, 2021) qui réclament plus

d'études utilisant de multiples sources de données. La seule différence entre les deux versions résidait dans la formulation des questions, qui s'adressaient soit directement au personnel en utilisant le « vous », ou qui faisaient référence aux manutentionnaires en utilisant « l'employé.e ». Les personnes formatrices étaient en mesure d'évaluer les comportements des manutentionnaires grâce à des indications claires et des critères d'observation clairs. Les personnes formatrices étaient habilitées à évaluer les comportements des manutentionnaires, car cela faisait partie de leurs responsabilités et tâches quotidiennes.

Les questionnaires ont été créés en respectant les étapes un à quatre de la démarche du cycle de construction et de gestion qualité d'évaluation du transfert de Gilles *et al.* (2017). La première étape de la démarche du cycle de construction et de gestion qualité d'évaluation du transfert consiste à identifier les comportements à transférer en milieu de travail. Ces comportements doivent être cohérents avec les objectifs d'apprentissage et le contenu de la formation. Pour garantir cette cohérence, une table de spécifications (tableau 9) a été complétée à l'étape de la conception pédagogique de la formation utilisée dans l'étude.

Tableau 9 — Table des spécifications pour l'outil de mesure du transfert

Objectif	Contenu de formation	Critères de performance	Situation emblématique	Pour chaque item, 2 questions Likert à 5 points : 1. Je fais toujours l'action suivante 2. Je réussis très bien l'action suivante
Analyser l'environnement de travail en lien avec la manutention à effectuer	Analyser les caractéristiques de la charge à déplacer	Vérifier le poids de la charge	Avant de déplacer une charge	Analyser sa grosseur, sa forme, sa stabilité ainsi que la présence de prises
		Vérifier la grosseur		
		Vérifier la forme		
		Vérifier la stabilité		
		Vérifier la présence de prises		
	Analyser l'environnement dans lequel la charge doit être manipulée	Vérifier l'espace disponible pour le placement des pieds	Avant de déplacer une charge	Vérifier l'espace disponible pour placer mes pieds, l'état du plancher ainsi que les obstacles sur lesquels je pourrais me blesser
		Vérifier l'état du plancher		
		Vérifier la présence d'obstacles en hauteur		
Appliquer les 5 principes d'une bonne manutention pour éviter les blessures	Analyser le déplacement requis entre la position de départ et la position d'arrivée de la charge	Vérifier la position (hauteur, éloignement) de la pige	Avant de déplacer une charge	Vérifier la position de la pige et du dépôt, ainsi que la distance de déplacement
		Vérifier la position (hauteur, éloignement) du dépôt		
		Vérifier la distance de déplacement		
	Préparer la manutention	Rapprocher la charge	Toutes les charges	Pour toutes les charges, rapprocher mon corps et diminuer le besoin de me pencher
		Diminuer le besoin de se pencher		
	Répartir la charge	Centrer la charge par rapport au corps	Toutes les charges	Pour toutes les charges, centrer la charge par rapport à mon corps, maintenir la courbure naturelle de mon dos et plier les genoux
		Maintenir la courbure naturelle du dos		

Objectif	Contenu de formation	Critères de performance	Situation emblématique	Pour chaque item, 2 questions Likert à 5 points : 1. Je fais toujours l'action suivante 2. Je réussis très bien l'action suivante
	Stabiliser et équilibrer le corps	Plier les genoux		
		Stabiliser la base d'appui (pieds largeur des épaules) Contrôler la charge	Charges lourdes ou instables	Avec une charge lourde ou instable, placer mes pieds à la largeur des épaules et contrôler ma charge
	Choisir la bonne transition	Choisir entre une transition en un mouvement ou une transition par phase Éviter les mouvements brusques	Charges lourdes ou instables	Avec une charge lourde ou instable, garder la charge devant moi de la prise au dépôt et éviter les mouvements brusques
		Accélérer la transition	Charge légère	Avec une charge légère, accélérer la transition pour garder la charge moins longtemps dans les mains
	Mettre à profit les ressources	Transférer son poids d'un pied à l'autre	Charge lourde	Avec une charge lourde, transférer mon poids d'un pied à l'autre pour faciliter le déplacement
		Profiter de la gravité	Lieu de pige est élevé p/r au lieu de dépôt	Profiter de la gravité pour faciliter le déplacement lorsque la charge doit passer d'un endroit élevé à un endroit bas
		Profiter des surfaces d'appui	Toutes les charges	Pour toutes les charges, la glisser le plus longtemps possible avant de la soulever
	Planifier le travail afin d'optimiser les déplacements et les manipulations	Positionner le transpalette vis-à-vis l'emplacement de pige Positionner le transpalette à une largeur d'épaules de l'emplacement de pige	Avant de prendre une charge	Positionner le transpalette vis-à-vis l'emplacement de pige à une distance d'épaule de l'emplacement
		Éviter la remanutention	Au dépôt des charges	Déposer la charge à un endroit optimal sur le transpalette pour éviter la remanutention

Objectif	Contenu de formation	Critères de performance	Situation emblématique	Pour chaque item, 2 questions Likert à 5 points : 1. Je fais toujours l'action suivante 2. Je réussis très bien l'action suivante
	Garder une cadence de travail	Travailler à un rythme constant	Toutes les charges	Analyser les causes de mes retards et éviter d'accélérer ma cadence de travail pour reprendre les retards
Discuter de situations de manutention	Partout dans la formation	Décrire une situation de manutention en termes clairs	Situations de manutention problématiques	Décrire une situation de manutention avec des termes clairs
		Engager une conversation sur une situation de manutention		Engager une conversation sur une situation problématique de manutention avec un formateur ou un superviseur
		Proposer des améliorations		Proposer des améliorations à l'organisation du travail pour réduire les efforts ou les risques ou pour augmenter la performance

La deuxième étape consiste à concevoir le dispositif d'évaluation du transfert, c'est-à-dire créer l'instrument qui permet de mesurer le transfert, en privilégiant les échelles de Likert et un outil électronique de collecte de données. La troisième étape implique de rédiger les items qui seront utilisés dans le questionnaire d'évaluation. Ces items doivent s'inspirer de la littérature autant que de la réalité du contexte de réalisation de la tâche. Dans cette étude, douze items ont été créés dans le logiciel LimeSurvey. Le questionnaire pour les manutentionnaires peut être consulté à l'[Annexe E](#), tandis que le questionnaire pour les personnes formatrices peut être consulté à l'[Annexe F](#). Le contenu et la formulation des items dans ces questionnaires ont été validés par un formateur expert en santé et sécurité au travail ainsi que par quelques manutentionnaires d'expérience de l'organisation.

Finalement, l'étape 4 exige d'informer les personnes participant à l'étude des buts poursuivis par l'évaluation ainsi que des moyens qui seront utilisés pour les évaluer. Cette étape a été réalisée grâce à la rencontre la semaine précédant la participation à la formation ainsi qu'au formulaire de consentement signé par toutes les personnes participant à l'étude. La démarche du cycle de construction et de gestion qualité d'évaluation du transfert de Gilles *et al.* (2017) comprend quatre autres étapes, correspondant à la collecte et au traitement des données collectées. Ces étapes n'étaient pas pertinentes pour cette étude.

3.4.3.3 Le guide d'entretien (Inst5)

Un guide a été utilisé pour mener les dix entretiens avec les personnes sélectionnées selon la méthode des cas contrastés. Ce guide d'entretien a été rédigé selon les pratiques préconisées par Merriam et Tisdell (2016) et Yin (2016), comme l'a fait Backs (2017). Par exemple, le sujet des questions était lié aux données recherchées et celles-ci étaient formulées dans un langage compréhensible pour la personne participante. Ces questions visaient à aider la personne apprenante à expliciter son expérience d'apprentissage et de transfert ainsi que les adaptations nécessaires pour la mise en pratique en milieu de travail.

Une première série de questions a été inspirée de la grille d'entretien d'évaluation du transfert de Roussel (2011, p. 140). Ensuite, des questions complémentaires ont porté sur des éléments du modèle dynamique du transfert de Blume *et al.* (2019), comme l'a fait Coucourde (2023). Enfin, quelques questions ont porté sur ce dont les personnes apprenantes se souvenaient le plus de la formation ainsi sur ce qui avait le plus attiré leur attention. L'analyse de ces données a permis d'identifier les éléments ayant le plus influencé la tâche d'apprentissage du point de vue de la personne participante, incluant l'attention qu'elle a portée aux différentes activités pendant la formation. Le guide d'entretien peut être consulté à l'[Annexe G](#).

3.4.4 Les facteurs influençant le transfert

La dernière perspective du transfert, soit les facteurs influençant le transfert, a été très étudiée depuis la publication du modèle de Baldwin et Ford en 1988. C'est ce qu'ont fait, entre autres, Grossman et Salas (2011), Holton (2000) et Gegenfurtner (2013). Dans cette perspective, si l'on parvient à contrôler les facilitateurs et les obstacles au transfert, le personnel sera plus en mesure de transférer ses apprentissages. C'est d'ailleurs la seule perspective du transfert à bénéficier d'un outil standardisé de mesure.

3.4.4.1 La mesure des facteurs influençant le transfert

Plusieurs études dans le domaine de la formation en milieu de travail ont utilisé l'outil standardisé *Learning Transfert System Inventory* (LTSI), pour évaluer les facteurs influençant le transfert des apprentissages en milieu de travail. Par exemple, Yaghi et Bates (2020) s'en sont servis pour analyser le rôle du gestionnaire et des collègues, tandis que Hix (2013) l'a appliqué dans le contexte d'une formation sur le leadership. Développé par Holton *et al.* (2000), le LTSI comprenait initialement 62 items évalués à l'aide d'échelles de type Likert à cinq points. Ces items étaient regroupés en 16 facteurs influençant le transfert, eux-mêmes classés en trois grandes catégories (tableau 10) :

Tableau 10 — Facteurs du LTSI

Catégorie	Facteur
Aptitude et habilitation	• Validité perçue du contenu • Conception du transfert • Capacité personnelle • Occasion d'utilisation
Motivation	• Motivation pour le transfert • Préparation de la personne apprenante • Sentiment d'efficacité personnelle envers la tâche • Performance attendue à la suite du transfert • Résultats attendus à la suite du transfert
Environnement de travail	• Soutien du gestionnaire • Sanctions du gestionnaire • Soutien des pairs • Résultats personnels — positifs • Résultats personnels — négatifs • Coaching de performance • Résistance au changement

[notre traduction]

Une validation de la stabilité factorielle de l'outil effectuée en 2013 a permis aux auteurs de créer une version plus courte à 48 items, avec 3 items par catégorie de facteurs. Les différentes versions de l'outil ont été traduites en 17 langues, dont le français pour le Québec et le français pour la France (Bates *et al.*, 2012).

3.4.4.2 L'instrument de mesure des facteurs influençant le transfert (Inst6)

Dans le cadre de cette étude, six des 16 facteurs du LTSI ont été sélectionnés en fonction du contexte de la formation et de l'environnement de travail. Les trois questions traduites en français pour le Québec pour chacun des six facteurs sélectionnés ont été repérées dans la version à 89 questions. Le questionnaire utilisé dans l'étude peut être consulté à l'[Annexe H](#).

Dans le domaine *Aptitude et habilitation*, les facteurs **validité perçue du contenu** et **conception du transfert** ont été retenus, car ils sont directement liés à la conception pédagogique. La validité perçue du contenu est définie comme la perception qu'ont les personnes apprenantes de l'adéquation entre les contenus de formation et à la tâche à réaliser en milieu de travail, tandis que la conception du transfert est définie par comme étant la mesure dans laquelle la formation est conçue de manière à viser le transfert des apprentissages (Holton *et al.*, 2000). Le facteur *occasions de transfert* porte sur les occasions qu'ont les personnes apprenantes de mettre en pratique en milieu de travail les connaissances et compétences acquises en formation. Ce facteur n'a pas été sélectionné, car il était jugé similaire pour toutes les personnes participant à l'étude.

Ensuite, dans le domaine *Motivation*, la **motivation à transférer** et le **sentiment d'efficacité personnelle envers la tâche** étaient les deux facteurs les plus pertinents pour cette étude. La *motivation à transférer* fait référence à l'intensité et à la persistance des efforts des personnes apprenantes de mettre en application ce qu'elles ont appris en formation (Holton *et al.*, 2000). Cette motivation à transférer doit normalement être présente au moment des premières tentatives de transfert, sinon le transfert ne s'opèrera pas. Ensuite, le *sentiment d'efficacité personnel*, soit la croyance d'une personne dans sa capacité à mettre en application les apprentissages réalisés en formation (Holton *et al.*, 2000), a une grande influence sur le transfert des apprentissages (Roussel, 2011). Lorsque la formation est trop dense et présente trop de contenu technique ou complexe en peu de temps, les personnes participantes peuvent voir leur sentiment d'efficacité personnel diminuer au lieu d'augmenter (Feldon *et al.*, 2018). Ces deux facteurs sont également ceux qui peuvent varier le plus dans le temps chez les personnes participantes ou

entre elles. La *préparation de la personne apprenante* de même que la *performance et les résultats attendus à la suite du transfert* étant les mêmes pour toutes les personnes participant à l'étude, ces facteurs n'ont pas été retenus.

Finalement, le **soutien par les pairs** et la **résistance aux changements** sont les deux facteurs sélectionnés dans le domaine *Environnement de travail*. Le *soutien par les pairs*, soit l'encouragement et le soutien des collègues lors de la mise en application des connaissances acquises en formation (Holton *et al.*, 2000), constitue un des éléments affectant le plus le transfert des apprentissages. Selon Chiaburu (2010) et Homklin *et al.* (2014), le soutien des pairs pourrait même influencer davantage le transfert que le *soutien du gestionnaire* ou que le soutien de l'environnement. Dans cette étude, les collègues étaient les seules personnes interagissant avec les personnes participantes qui auraient pu avoir une influence négative, car les gestionnaires avaient très peu de contacts quotidiens avec les manutentionnaires. Le facteur *résistance aux changements dans l'organisation* est défini comme la mesure dans laquelle les normes de groupe sont perçues comme décourageant l'utilisation des compétences acquises en formation (Holton *et al.*, 2000). Ce facteur a été retenu, car il aurait pu être perçu différemment par chacun des manutentionnaires participant à l'étude.

De plus, une échelle supplémentaire de trois items portant sur la motivation à effectuer la tâche a été ajoutée au questionnaire posttest de la phase 3. En effet, lors de la participation à la formation, certaines personnes participantes ont mentionné que leur principale motivation pour participer à l'étude était de prendre congé de leur tâche de manutention et qu'elles n'avaient pas beaucoup de motivation à entrer travailler de nuit. Les items ont été créés à partir des items utilisés par Carson et Bedeian (1994) ainsi que Kalirjajan (2022).

Des analyses ont été effectuées afin de valider la cohérence interne de chacun de ces sept facteurs. Les scientifiques utilisent généralement la valeur de 0,7 comme seuil de fiabilité (Field, 2024). Toutefois, Field (2024) soutient que ce seuil peut être réduit dans le cas de construits psychologiques ou de construits en phase initiale de recherche. Dans cette étude, cinq facteurs ont obtenu un alpha de Cronbach supérieur à 0,7 : la motivation à transférer ($\alpha = ,91$), le soutien des pairs ($\alpha = ,91$), la conception du transfert ($\alpha = ,88$), le sentiment d'efficacité personnelle ($\alpha = ,73$) et la motivation à effectuer la tâche ($\alpha = ,77$). Toutefois, la validité perçue du contenu ($\alpha = ,68$) et la résistance au changement ($\alpha = ,45$) ont obtenu un alpha de Cronbach inférieur au seuil minimal de 0,7 défini par Field (2024).

3.4.5 L'opérationnalisation des variables

Le tableau 11 résume les mesures associées à chacune des variables dans le cadre de cette étude.

Tableau 11 — Opérationnalisation des variables

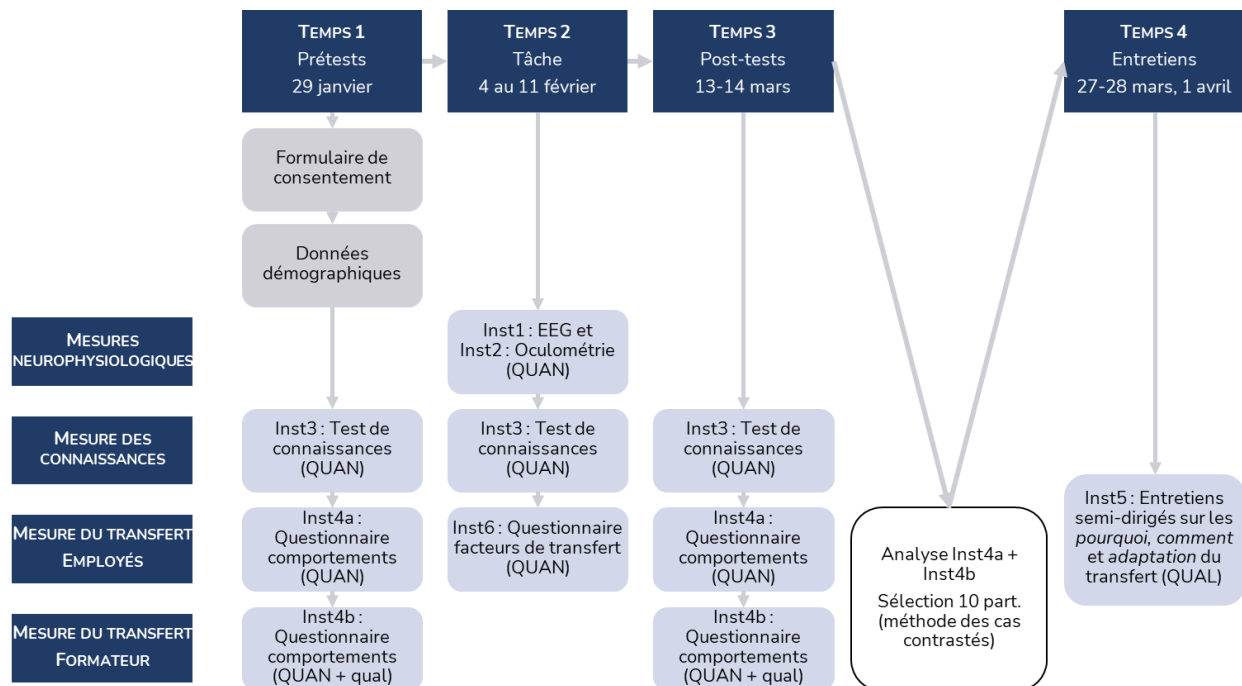
Variable	Mesures utilisées	Description	Utilisation
Attention	Variation dans les ondes cérébrales	Calculée selon la formule suivante bêta/alpha + thêta avec les données de l'EEG	Mesure classique de l'attention en EEG OS1 OS2 OS4
	Variation du diamètre de la pupille	Calculée automatiquement dans le logiciel à partir des données de l'oculomètre	Mesure de l'attention envers une activité d'apprentissage OS1 OS2 OS4
Transfert : Contenu à transférer	Acquisition de connaissances	Calculé en comparant les résultats du prétest aux résultats du 1 ^{er} posttest du test de connaissances	Mesure le changement dans les connaissances immédiatement après la formation OS2 OS3
	Rétention des connaissances	Calculé en comparant les résultats du prétest aux résultats du 2 ^e posttest du test de connaissances	Mesure le maintien des connaissances 5 semaines après la formation OS3
Transfert : Résultats du transfert des apprentissages	Fréquence d'utilisation des apprentissages	Calculé à partir des données des posttests sur les comportements	Observe le nombre de mises en application des apprentissages entre la formation et le posttest
	Changement dans la performance lors de la mise en application des apprentissages	Calculée en comparant les résultats des prétests aux résultats des posttests sur les comportements	Mesure la performance dans la mise en application des apprentissages OS3 OS4

Variable	Mesures utilisées		Description	Utilisation
	Adaptation des apprentissages lors de la mise en application	Évaluée lors des entretiens	Observe les modifications aux contenus d'apprentissage lors de la mise en application, dû aux spécificités du contexte de mise en application	OS3 OS4
Transfert : Facteurs influençant le transfert	Validité perçue du contenu	Calculés en utilisant 16 des questions Likert du LTSI	Observe comment la conception pédagogique influence le transfert	Validation des conditions de transfert
	Conception du transfert			
	Motivation à transférer		Observe comment la motivation influence le transfert	
	Sentiment d'efficacité personnelle			
	Soutien par les pairs		Observe comment l'environnement de travail influence le transfert	
	Résistance aux changements			
	Motivation à effectuer la tâche	Calculé à partir de 3 items spécifiques	Observe comment la motivation à travailler influence le transfert	

3.5 Le déroulement de l'étude

La collecte de données s'est déroulée en quatre temps entre la fin janvier et la fin mars 2024, comme illustrée à la figure 18. Au premier temps, les manutentionnaires ainsi que les personnes formatrices ont rempli les questionnaires prétests. Au temps 2, les manutentionnaires ont participé à la formation et ont rempli les questionnaires posttests immédiats. Au temps 3, les manutentionnaires et les personnes formatrices ont de nouveau rempli les mêmes questionnaires qu'au temps 1, pour permettre la comparaison avant et après la formation. Finalement, au temps 4, des entretiens ont été menés auprès de dix manutentionnaires pour approfondir les données quantitatives recueillies.

Figure 18 — Déroulement de l'étude



3.5.1 Le temps 1 — La semaine précédant la participation à la formation

Une rencontre a eu lieu dans la semaine précédant la participation à la formation avec les manutentionnaires afin de leur fournir des informations sur l'objet, le déroulement, la prise de mesure et la durée de l'étude. Cette rencontre d'une heure avait pour but de s'assurer que toutes les personnes volontaires s'engageaient dans l'étude en toute connaissance de cause pour des raisons éthiques, mais aussi pour diminuer le taux d'abandon. Pour accommoder les besoins opérationnels de l'organisation hôte et éviter que les 20 manutentionnaires s'absentent en même temps de l'entrepôt, trois séances ont été

tenues et organisées selon les horaires de travail. Une rencontre a également été tenue avec les trois personnes formatrices participant à l'étude.

À cette étape, toutes les personnes participant à l'étude ont signé un formulaire de consentement ([Annexe B](#)) et ont rempli un questionnaire permettant de collecter les données démographiques ([Annexe C](#)). Ensuite, les manutentionnaires ont répondu à un questionnaire quantitatif de mesure des connaissances (Inst3) ainsi qu'à un questionnaire sur les comportements en lien avec le sujet de la formation (Inst4a). Entre le moment du prétest et le moment de la formation, les trois personnes formatrices ont observé les comportements en milieu de travail des personnes qui leur ont été affectées et ont consigné leurs observations dans un questionnaire (Inst4b).

3.5.2 Le temps 2 — La participation à la formation asynchrone

Par souci de qualité, il n'est pas recommandé de prendre les mesures EEG de plus d'une personne à la fois dans une même pièce, car les ondes électromagnétiques amplifiées pourraient s'influencer mutuellement. En conséquence, une seule personne a participé à la fois à la formation. L'étude s'est donc déroulée sur cinq jours, avec un maximum de cinq personnes participant à l'étude par jour. L'horaire exact de la participation à la formation a été déterminé avec l'organisation hôte dans les jours précédant l'étude. À la journée et à l'heure qui leur a été assignée, chaque personne volontaire s'est rendue dans une salle où avaient été installés les équipements neurophysiologiques afin de participer à la formation.

À leur arrivée dans la salle de collecte de données, les personnes participantes ont d'abord répondu à un questionnaire oral. Elles ont indiqué le dernier moment où elles avaient pris un stimulant comme un café ou une boisson énergisante, évalué leur niveau d'éveil sur une échelle de 1 à 10, précisé la prise de médicament, déclaré toute condition neurologique et mentionné si elles portaient des lunettes ou des lentilles cornéennes pour corriger leur vision. Une confirmation de leur latéralité manuelle droite leur a également été demandée. Enfin, il leur a été rappelé qu'elles étaient libres de participer ou non à l'étude et qu'elles pouvaient se retirer en tout temps, sans aucune conséquence.

Les mesures d'attention ont été prises à l'aide d'appareils EEG et d'oculomètre afin de ne pas briser l'authenticité de la tâche d'apprentissage et de ne pas faire dévier l'attention pendant la formation (Miller, 2015). En suivant les recommandations des fabricants et d'autres personnes chercheuses dans le domaine (p. ex. Ben Khedher *et al.*, 2019; Charland *et al.*, 2015; Fredricks *et al.*, 2019; Lackmann *et al.*, 2021;

Léger *et al.*, 2014; Sethi *et al.*, 2018), les équipements de mesures neurophysiologiques ont été installés, calibrés et synchronisés. Les données de référence EEG ont été prises, puis des consignes ont été données pour la participation à la formation.

Pendant la participation à la formation, l'appareil EEG a mesuré l'attention en continu (Charland *et al.*, 2017), comme l'ont fait par exemple Charland *et al.* (2015), Sethi *et al.* (2018) et Mikulka *et al.* (2002). L'oculomètre a filmé toute la participation à la formation, incluant les mouvements de souris. De plus, l'oculomètre a mesuré le diamètre des pupilles des personnes participantes, ce qui est une autre façon largement utilisée de mesurer l'attention (Skaramagkas *et al.*, 2023).

À la fin de la formation, les manutentionnaires ont répondu une autre fois au questionnaire de connaissances (Inst3). De plus, ils ont également répondu à un questionnaire sur les facteurs influençant le transfert (Inst6). Ces données ont servi à nuancer les données sur le transfert recueillies aux prochaines étapes.

3.5.3 Le temps 3 — Cinq semaines après la formation

Environ cinq semaines après la formation, les manutentionnaires ont répondu une troisième fois au questionnaire de connaissance (Inst3). Ensuite, pour obtenir un portrait des comportements après la formation qui puisse être comparé au portrait des comportements avant la formation, ils et elles ont répondu de nouveau au questionnaire sur le transfert (Inst4a), tandis que les personnes formatrices ont évalué les comportements après la formation (Inst4b).

3.5.4 Le temps 4 — Six semaines après la formation

Selon Roussel (2011), les données quantitatives sont insuffisantes pour mesurer adéquatement le transfert. Par conséquent, des entretiens semi-dirigés (Inst5) d'environ 30 minutes ont été menés individuellement et en personne auprès de dix manutentionnaires. Les personnes invitées aux entretiens ont été sélectionnées selon la méthode des cas contrastés à partir des résultats aux questionnaires sur le transfert (Inst4a et Inst4b), comme l'a fait Roussel (2007). Ainsi, trois personnes parmi celles ayant le mieux réussi à transférer, trois personnes parmi celles ayant le moins bien réussi à transférer ainsi que trois personnes représentant la moyenne de transfert ont été convoquées aux entretiens. Cette méthode, aussi appelée *méthode de variation maximale* par Merriam et Tisdell (2016) ou *méthode de l'échantillonnage par choix raisonné* par Yin (2016), a permis d'analyser les facteurs influençant le plus le transfert des

apprentissages dans les cas limites. Une personne supplémentaire a été invitée en entretien sur la base de sa faible expérience en manutention. Avec le consentement oral des personnes participantes, les entretiens ont été enregistrés sur ordinateur pour faciliter la transcription.

3.6 Le plan d'analyse des données

Les analyses effectuées sur les données quantitatives et qualitatives ont permis de répondre aux questions de recherche. Dans un premier temps, les données neurophysiologiques ont été analysées pour déterminer à quelles activités les personnes participantes avaient porté le plus attention pendant la formation. Ensuite, les données quantitatives des questionnaires de connaissances et des questionnaires sur les comportements ont fait l'objet d'analyses descriptives et inférentielles. Puis, les données neurophysiologiques et les données quantitatives ont été comparées à l'aide d'analyses inférentielles. Finalement, les données qualitatives des entretiens ont été analysées afin d'enrichir et de nuancer les données quantitatives.

Tous les tests statistiques ont été effectués dans SPSS, version 29.0.0 (IBM, 2023). Des tests paramétriques ont été effectués lorsque les données étaient normalement distribuées. Pour les données non normalement distribuées, des tests non paramétriques ont été utilisés (Field, 2024; Haccoun et Cousineau, 2010). Les données qualitatives ont été analysées à l'aide de NVivo, version R 1.7.2 (Pty Ltd, 2022).

3.6.1 L'analyse des données neurophysiologiques

Deux types de données neurophysiologiques ont été collectées dans cette étude. Chacune a fait l'objet d'une analyse pour identifier les moments où chacune des personnes participantes s'est montrée la plus attentive pendant la formation.

3.6.1.1 L'analyse des données d'EEG

Dans un premier temps, les données d'EEG ont été téléchargées dans OpenViBE (Renard *et al.*, 2010). OpenViBE est un logiciel libre (*open source*) permettant d'acquérir, filtrer, traiter, classifier et visualiser les signaux cérébraux en temps réel et en différé. Il est important de noter que la correction de données par analyse en composantes indépendantes (ICA) est difficilement applicable avec un casque ne comportant que huit électrodes, notamment pour des données en continu. En effet, avec un nombre limité de canaux, il devient complexe d'inférer les signaux indépendants et de dissocier efficacement les signaux cérébraux des artéfacts myographiques et oculaires. Certains logiciels, comme Brainstorm par exemple, permettent

de nettoyer des données segmentées tels que les potentiels évoqués liés à un évènement. Toutefois, ces outils ne sont pas adaptés au traitement de données EEG en continu, comme celles recueillies dans le cadre de cette étude (Charland *et al.*, 2017).

Un algorithme a été développé afin de sélectionner les électrodes et les bandes de puissance pertinentes, puis d'appliquer « une fenêtre “Hanning” glissante des 20 secondes entourant le temps T (T-10s à T+10s) » (Charland *et al.*, 2017, p. 232) dans le but de générer le ratio de puissance des ondes bêta/(alpha+thêta). Cette méthode classique de mesure de l'attention initialement proposée par Pope *et al.* (1995), a été reprise notamment dans les travaux de Mikulka *et al.* (2002), de Freeman *et al.* (2014) et de Ben Khedher (2019). Une première version de l'algorithme a été conçue à partir de la documentation du logiciel. Elle a ensuite été ajustée lors de rencontres avec un chercheur québécois ayant déjà utilisé cet outil pour l'analyse de données EEG en continu. La version modifiée de l'algorithme a par la suite été soumise à la communauté internationale d'utilisateurs via le forum du logiciel, où un chercheur coréen en a confirmé la bonne conception. Enfin, des tests ont été réalisés sur des jeux de données partiels afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'algorithme.

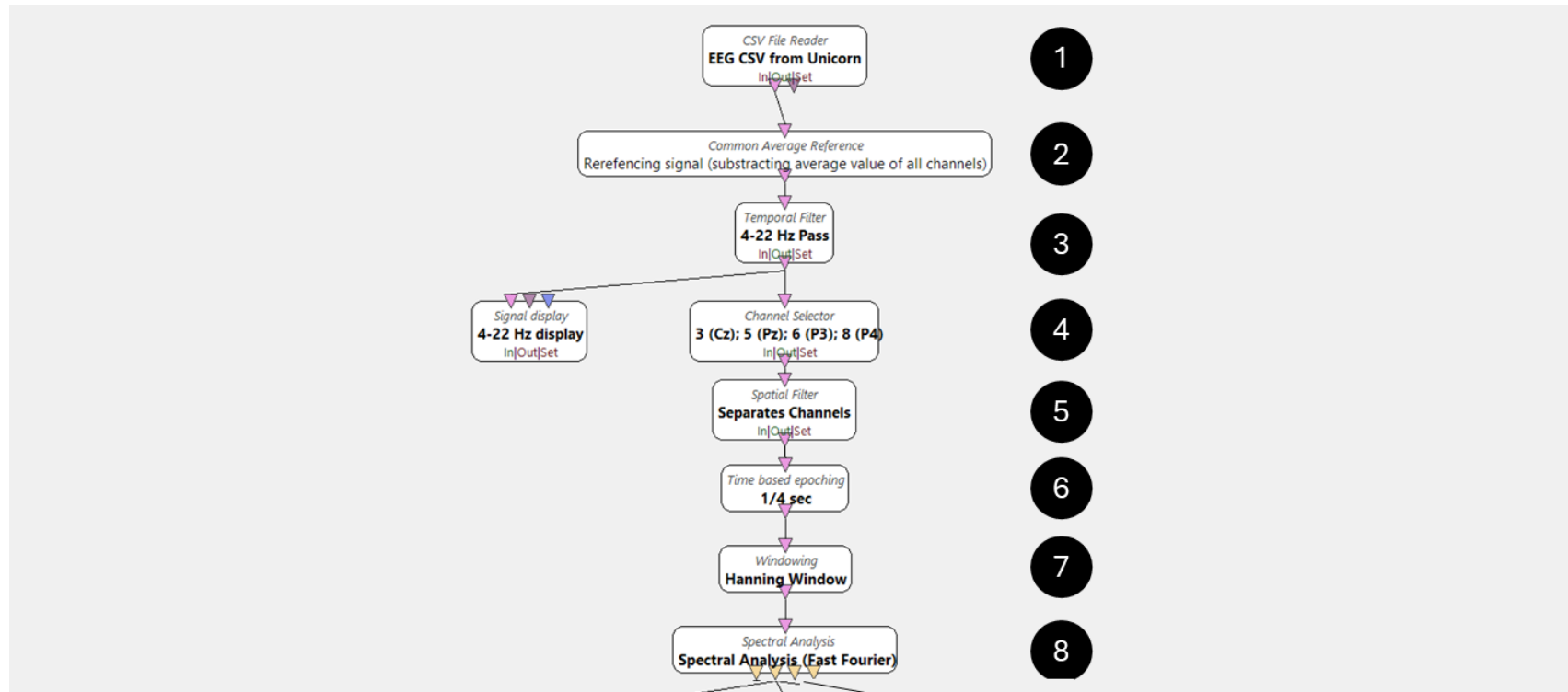
La figure 19 illustre l'algorithme développé pour cette étude, où les étapes suivantes ont été appliquées :

1. Les données EEG provenant du casque Unicorn enregistrées dans un fichier .csv ont été importées dans OpenViBE. À la collecte, ces données avaient déjà été filtrées pour n'inclure que les fréquences entre 0,1 et 60 Hz et pour exclure la fréquence de 60 Hz, qui est associée à la fréquence des réseaux électriques nord-américains (Owen, 1997).
2. La moyenne des données pour l'ensemble des électrodes a été retirée des données de chacune des électrodes. Cette étape a permis de nettoyer le signal en retirant les artéfacts liés aux mouvements dans un environnement naturel, où d'autres méthodes de référencement du signal sont moins efficaces (Ludwig *et al.*, 2009).
3. Pour accélérer l'analyse des données dans l'algorithme, un filtre a extrait les fréquences nécessaires au calcul de la mesure de l'attention selon la formule de Pope (4 à 22 Hz).
4. Pour accélérer l'analyse des données dans l'algorithme, un filtre a extrait les quatre électrodes nécessaires au calcul de la mesure de l'attention selon la formule de Pope (Cz, Pz, P3 et P4).
5. Un filtre spatial a été appliqué pour séparer les signaux de chacune des électrodes.

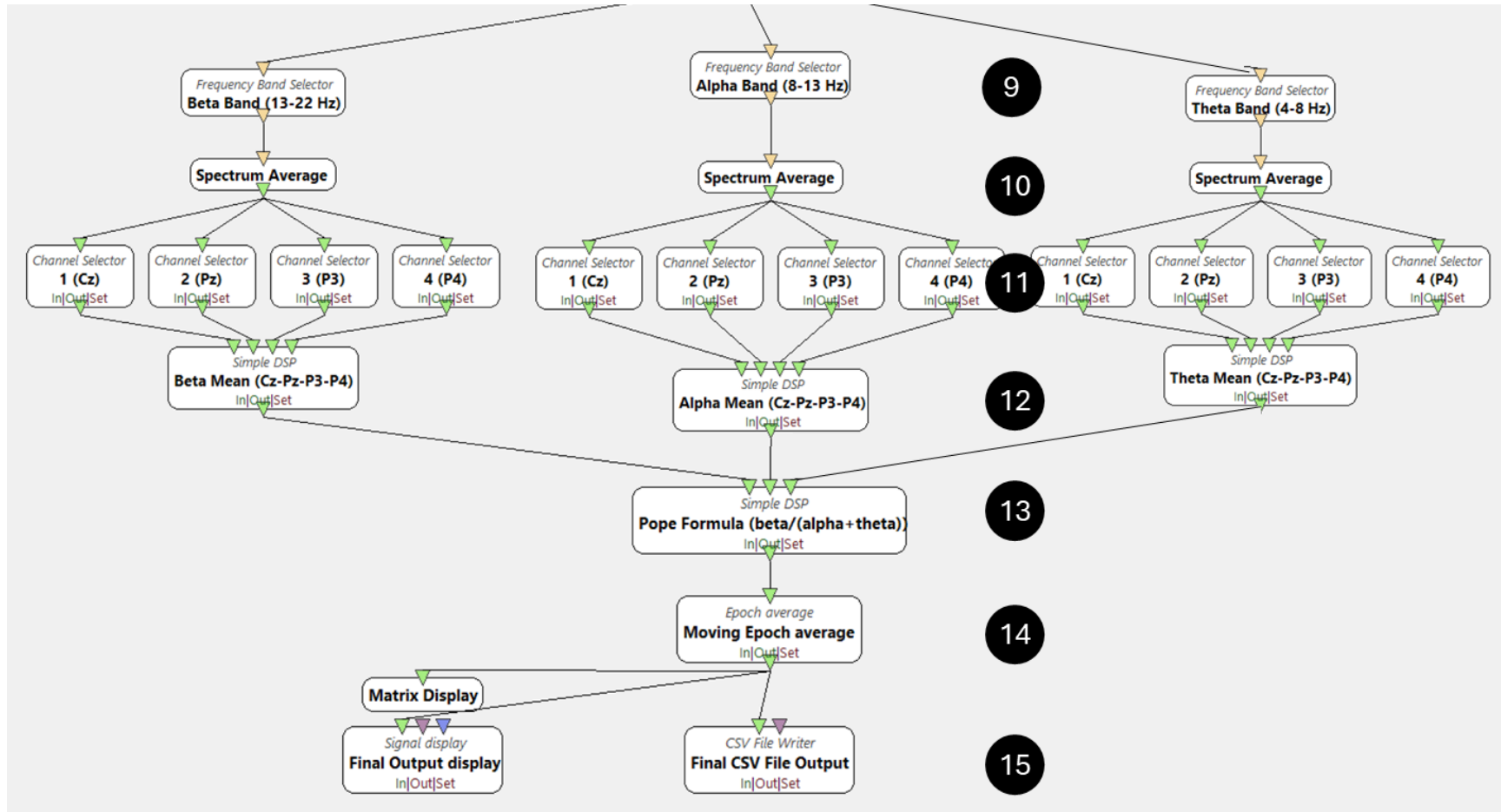
6. Les données ont été divisées en groupes d'une grandeur significative pour les étapes d'analyses subséquentes. Un délai de 0,25 seconde a été choisi, car les événements dans les enregistrements d'oculométrie ont été identifiés à une précision de 0,25 seconde.
7. Une fenêtre de Hanning a été appliquée pour réduire les erreurs à l'étape suivante, soit l'analyse de Fourier discrète. Cette étape est essentielle pour atténuer les effets aux bords du signal lors d'observations d'un signal sur une durée finie.
8. La transformée de Fourier rapide a été appliquée aux données. Cet algorithme permet de calculer la transformée de Fourier discrète, plus rapide à calculer que la transformée de Fourier régulière. Il est couramment utilisé dans le traitement de signal afin d'isoler les différentes fréquences comprises dans un signal et de calculer la puissance de chacune de ces fréquences.
9. Les fréquences alpha (8-13 Hz), bêta (13-22 Hz) et thêta (4-8 Hz) nécessaires au calcul de l'attention dans la formule de Pope ont été séparées.
10. La moyenne de toutes les puissances des bandes de fréquences sélectionnées a été calculée.
11. La puissance de bande a été séparée par électrode, afin de calculer la puissance moyenne pour les quatre électrodes.
12. La moyenne des quatre électrodes a été calculée, afin de pouvoir appliquer la formule de Pope.
13. L'indice d'attention a été calculé en utilisant la moyenne des puissances des bandes selon la formule de Pope *et al.* (1995), soit $Beta / (\alpha + \theta)$.
14. Une moyenne glissante a été calculée par époque de 0,25 seconde. Cette étape a servi à adoucir la courbe d'attention, étant donné que l'on cherchait à mesurer l'attention sur des périodes de plusieurs secondes allant à plusieurs minutes et non à mesurer l'attention à un moment précis après un stimulus.
15. OpenVibe a enregistré les données finales dans un fichier .csv pouvant être utilisé pour des analyses statistiques.

Figure 19 — Algorithme d'analyse des données EEG dans OpenViBE

Partie 1



Partie 2



Une fois le fichier prêt pour chaque personne participante, il a été converti en format Excel et le code d'écran a été attribué à chaque temps de mesure. Ensuite la moyenne ainsi que l'écart-type de l'indice d'attention ont été calculés pour la durée de chacun des 63 écrans de la formation. Après avoir calculé ces moyennes et écarts-types individuellement, les données ont été transférées dans un autre fichier Excel pour être importées dans SPSS pour les analyses descriptives et inférentielles.

3.6.1.2 L'analyse des données de pupillométrie

Les données de pupillométrie ont été traitées dans Excel de manière similaire aux données d'EEG. D'abord, les clignements d'yeux, identifiés par une valeur nulle, ont été traités comme des données manquantes afin de ne pas affecter les analyses. Puis, la moyenne du diamètre des deux pupilles a été calculée pour chaque temps de mesure. Ensuite, le code d'écran a été attribué à chaque temps de mesure. La moyenne du diamètre des pupilles et l'écart-type ont ensuite été calculés pour la durée de chacun des 63 écrans de la formation. Une fois ces moyennes et ces écarts-types calculés individuellement, les données ont été transférées dans un autre fichier Excel pour être téléversées dans SPSS pour les analyses descriptives et inférentielles.

3.6.2 L'analyse des données quantitatives

Deux types d'analyses quantitatives ont été effectuées dans cette étude. Des analyses descriptives ont été effectuées sur l'ensemble des données recueillies dans les instruments d'électroencéphalographie, d'oculométrie, de mesure de connaissances, de mesure du transfert des apprentissages ainsi que dans les instruments ayant mesuré les facteurs influençant le transfert. Ensuite, des analyses inférentielles ont été effectuées pour comparer les résultats d'attention, le changement dans les connaissances ainsi que le changement de comportements afin de répondre aux objectifs spécifiques de recherche. Les données quantitatives des questionnaires mesurant la connaissance (Inst3), le comportement (Inst4a et Inst4b) ainsi que les facteurs influençant le transfert (Inst6) ont été analysés pour vérifier la normalité. Certaines variables respectaient le théorème de la limite centrale tandis que d'autres non. Pour cette raison, la majorité des analyses effectuées ont utilisé des tests non paramétriques. Les données du questionnaire sur les facteurs influençant le transfert ont ensuite été analysées pour identifier les leviers et les obstacles au transfert des apprentissages dans le contexte de l'étude.

3.6.3 L'analyse des données qualitatives

Une analyse thématique mixte des données qualitatives recueillies dans les entretiens a été réalisée afin d'enrichir les analyses quantitatives en apportant des nuances et des explications aux résultats obtenus (Paillé et Mucchielli, 2021; Van der Maren, 2004). Cette analyse a permis de faire ressortir les contrastes et les similarités dans les données quantitatives et qualitatives.

Dans un premier temps, les enregistrements audios des entretiens ont été transcrits automatiquement par le logiciel TurboScribe. Dans un second temps, chacun des enregistrements audios a été réécouté afin de valider et corriger les transcriptions. Chaque entretien a été codé immédiatement suivant cette seconde étape.

Pour la portion déductive de l'analyse, des codes ont été créés pour chacun des facteurs influençant le transfert du modèle de Grossman et Salas (2011) ainsi que pour chacun des éléments du modèle dynamique du transfert. Ensuite, les codes ont été ajustés pour indiquer si l'élément faisait également partie de la liste des facteurs influençant l'attention (ATT) et de la liste des facteurs mesurés par le LTSI. Puis, un code a été créé pour chacun des objectifs d'apprentissage et chacun des types d'activités utilisées dans la formation. Finalement, un code a été créé pour chacune des relations entre l'attention, la rétention, les activités d'apprentissage et les comportements (application).

Lors de l'analyse des données qualitatives, quelques codes ont émergé de manière inductive. Ainsi, les personnes participantes ont parlé de la section d'introduction à la formation et ont fait référence à des éléments qui pouvaient laisser croire à un effet d'observation ou de connaissances antérieures élevées (effet plafond). Un code a été également utilisé pour identifier les citations particulièrement parlantes (AA Darlings). La liste des codes utilisés, ainsi que le nombre de références pour chacun, est disponible à l'[Annexe J](#).

3.7 Les enjeux éthiques

Toute étude impliquant des humains soulève des enjeux éthiques. Ceux de la présente étude ont été soigneusement analysés afin d'en éliminer ou d'en atténuer les impacts. Le projet a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPÉ) plurifacultaire de l'UQAM, qui a délivré le certificat éthique No 2024-6319.

D'abord, aucune participation n'a été imposée. Les personnes participantes ont reçu toute l'information nécessaire sur les risques, le déroulement de l'étude, les tâches à accomplir, les questionnaires à remplir ainsi que la confidentialité des données, pour donner un consentement éclairé, y compris pour la collecte de données biométriques. Elles ont été avisées à chaque étape de la collecte de données qu'elles pouvaient se retirer à tout moment, et ce, sans conséquence.

Ensuite, l'hétéroévaluation des compétences a été réalisée par des personnes formatrices, responsables de cette tâche au quotidien, et non par les gestionnaires des manutentionnaires, écartant ainsi les enjeux et biais liés à l'évaluation hiérarchiques. Aucun autre risque psychologique n'était anticipé.

Du point de vue physique, certaines personnes auraient pu être initialement gênées par le port du casque EEG, mais cette technique est « d'une totale innocuité et très répandue en médecine clinique [...] par les chercheurs en neuroéducation » (Dion et Vidal, 2017, p. 183). De plus, l'utilisation d'électrodes sèches a fait en sorte que les personnes participant à l'étude n'ont pas eu à nettoyer du gel dans leurs cheveux avant de retourner travailler.

Du point de vue organisationnel, l'étude s'est déroulée pendant les heures habituelles de travail et sur les lieux de travail réguliers. L'entreprise a donné son accord à cette utilisation du temps du personnel, entre autres parce qu'elle en espérait des retombées. Pour cette raison, aucune compensation n'a été offerte aux personnes participant à l'étude ou à l'organisation. La formation a été conçue et produite conjointement par l'étudiante-chercheuse et l'organisation, sans bénéficier d'aucune subvention. À l'issue de l'étude, l'organisation a conservé les fichiers sources, ce qui lui permet de les utiliser librement. Elle peut choisir de diffuser la formation telle quelle, de l'adapter ou encore de ne pas l'intégrer à son programme de formation destiné aux manutentionnaires.

Finalement, les renseignements recueillis dans le cadre de cette étude ont été maintenus confidentiels. Un code a été attribué à chacune des personnes participant à l'étude et la clé du code reliant son nom des à son dossier de recherche est conservée dans un lieu sécuritaire. À aucun moment les données sur les résultats aux divers questionnaires n'ont été divulguées à l'organisation. Ainsi, ni les manutentionnaires, ni les personnes formatrices, ni les responsables de la formation n'ont su quelles personnes convoquées en entretien étaient celles qui avaient le mieux réussi leur transfert, le moins réussi ou étaient dans la moyenne.

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

Cette étude visait à explorer les liens entre l'attention portée à des activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail. Comprendre ces liens est essentiel pour améliorer l'efficacité des formations en ligne et optimiser le transfert des apprentissages en milieu de travail. Pour atteindre cet objectif général, quatre objectifs spécifiques ont été identifiés, chacun accompagné d'une hypothèse correspondante.

Pour faciliter la lecture de ce chapitre, la section 4.1 présentera les données descriptives et les analyses préalables concernant l'attention, les connaissances et le transfert des apprentissages. Les sections de 4.2 à 4.5 présenteront ensuite les résultats associés à chacun des objectifs spécifiques de recherche et à leur l'hypothèse respective. Des extraits des entretiens semi-dirigés viendront enrichir l'analyse par leur confrontation aux résultats quantitatifs. La validation de chaque hypothèse, qu'il s'agisse de sa confirmation ou de son infirmation, sera également présentée. Enfin, la section 4.6 proposera une brève synthèse des résultats obtenus.

4.1 Les données descriptives et analyses préalables sur l'attention, les connaissances et les comportements

Avant d'effectuer des analyses corrélationnelles, il importe de présenter les données collectées aux différentes phases de l'étude, ainsi que les analyses préalables effectuées sur ces données en vue des analyses principales. Cette section débutera par les données d'attention recueillies en EEG et en pupillométrie. Puis viendront les données statistiques en lien avec les trois tests de connaissances. Ensuite seront présentées les données de transfert des apprentissages, à savoir les comportements autorapportés et hétérorapportés en prétest et en posttest. La section se terminera par les données descriptives et les analyses préalables pour les facteurs influençant le transfert des apprentissages.

4.1.1 L'attention

L'attention a été mesurée à l'aide de deux instruments, soit un électroencéphalographe (EEG) mesurant l'activité électrique du cerveau et un oculomètre mesurant le diamètre de la pupille. Cette section présentera d'abord les résultats pertinents pour chacun de ces deux instruments, soit l'indice d'attention.

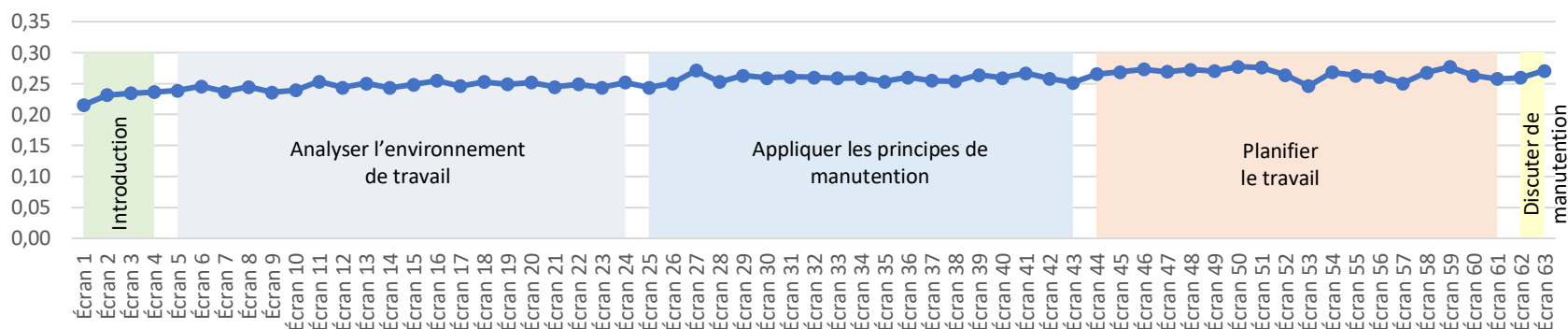
Il est à noter que certaines études ont observé que la relation entre l'attention et l'apprentissage était liée à la variance de l'indice d'attention plutôt qu'à la moyenne de l'attention durant une période. Par exemple, Allaire-Duquette (2013) a trouvé une relation entre l'attention (*arousal*) et une mesure de l'activité électrodermale, tandis que Brink *et al.* (2016) ont trouvé une relation entre la variance de pupillométrie et l'attention. En conséquence, les variances d'EEG et de pupillométrie seront également présentées. La section se terminera par les corrélations entre ces quatre données d'attention.

4.1.1.1 L'évolution de l'attention

Des données d'EEG ont été recueillies en continu pendant que les manutentionnaires participaient à la formation en ligne. Ces données ont été traitées pour en faire ressortir l'indice d'attention, calculé selon l'algorithme proposé par Pope *et al.* (1995) et largement utilisé dans des études portant sur l'attention dans les domaines de l'apprentissage et de la neuroergonomie du travail (Apicella *et al.*, 2022; Charles et Nixon, 2019; Dehais *et al.*, 2020). À titre de rappel, cet indice d'attention est mesuré en calculant le ratio de puissance des ondes bêta/(alpha+thêta) à quatre points du scalp. Comme un ratio compare deux valeurs, il n'est pas représenté par une échelle absolue comme des microvolts ou des millimètres. Il est à noter que les données d'EEG pour l'une des personnes participantes ont été retirées des analyses, car certaines électrodes ont mal fonctionné et retourné des données erratiques.

La figure 20 présente l'évolution de la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG de l'ensemble des manutentionnaires pour chacun des écrans de la formation. Les zones colorées du graphique représentent les cinq sections de la formation, qui visaient chacune un objectif d'apprentissage, à l'exception de l'introduction. On peut remarquer que le niveau d'attention des personnes participantes est demeuré assez constant, sans perte d'attention importante au courant de la formation.

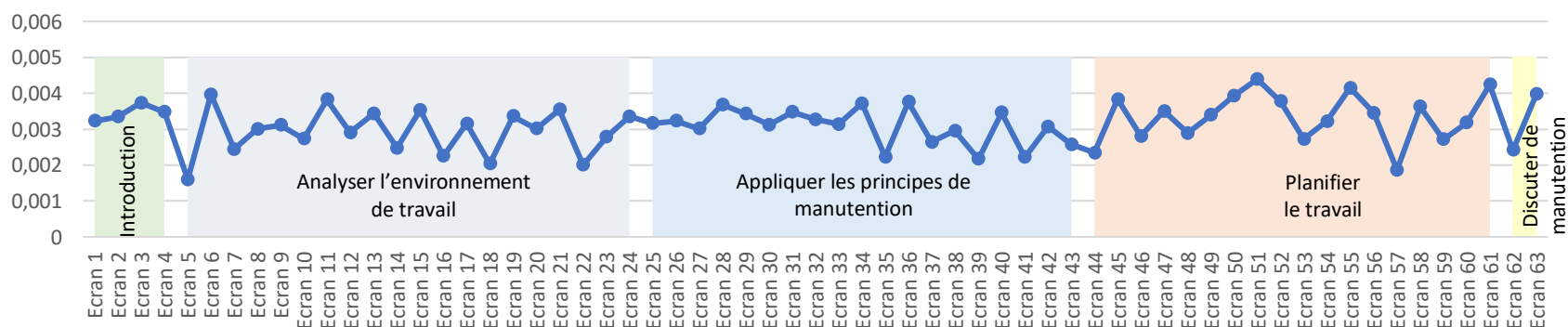
Figure 20 — Évolution de la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG



Note. $N = 19$

La figure 21 présente quant à elle l'évolution de la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG. Pour cet indice d'attention, l'attention des personnes participantes a fluctué davantage sur l'ensemble de la formation, mais sans perte marquée d'attention en cours de formation.

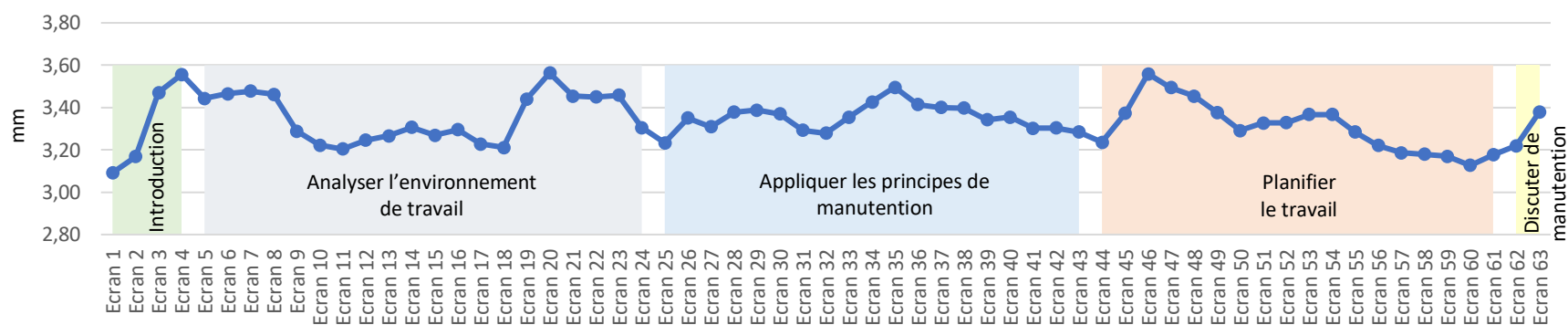
Figure 21 — Évolution de la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG



Note. $N = 19$

Lorsque la charge cognitive augmente, le diamètre de la pupille augmente (Holmqvist *et al.*, 2011). La figure 22 présente l'évolution de la moyenne du diamètre des pupilles en millimètres pour l'ensemble des personnes participantes à l'étude, pour chacun des écrans de la formation. Pour l'indice d'attention mesuré par le diamètre des pupilles, l'attention des personnes participantes a varié davantage que pour l'indice d'attention mesuré par EEG. Cependant, il ne s'est pas non plus produit de perte d'attention importante et durable après un certain temps de formation.

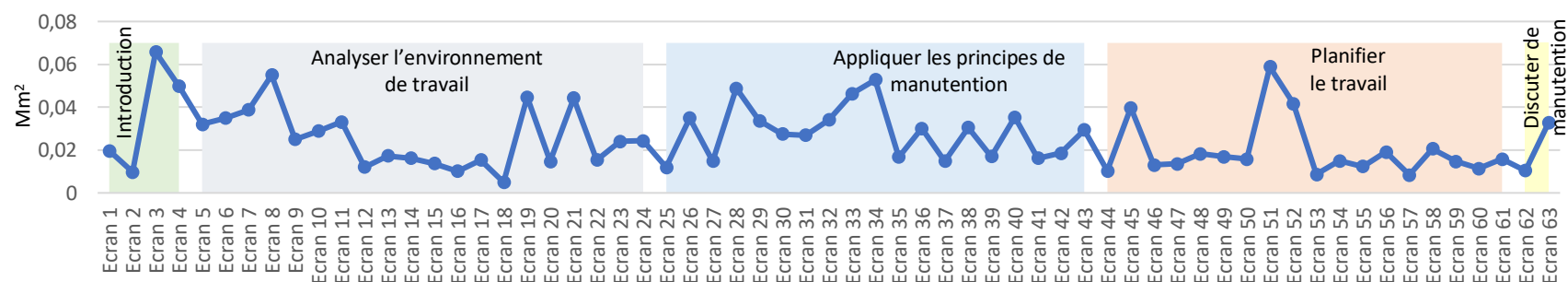
Figure 22 — Évolution de la moyenne du diamètre des pupilles



Note. N = 20

L'évolution de la variance du diamètre des pupilles est représentée dans la figure 23. La fluctuation de la variance a également été beaucoup plus grande pour les mesures de pupillométrie que pour celles de l'EEG. Toutefois, pour cet indice aussi, l'attention des personnes participantes n'a pas diminué de manière marquée après un certain temps passé à participer à la formation.

Figure 23 — Évolution de la variance du diamètre des pupilles



Note. $N = 20$

En conclusion pour cette section, les quatre indices d'attention ont révélé que l'attention moyenne est restée constante tout au long de la formation, sans perte notable après un certain temps de participation. Toutefois, l'attention des personnes participantes a varié davantage pour les indices de variance que pour ceux de moyenne, tant pour les mesures d'EEG que pour celles de pupillométrie.

4.1.1.2 La corrélation entre les quatre indices d'attention sur l'évolution de l'attention

Pour vérifier si la moyenne de l'attention mesuré par EEG, la moyenne du diamètre des pupilles, la variance de l'attention mesuré par EEG et la variance du diamètre des pupilles variaient dans le même sens, des corrélations ont été calculées à l'aide du test de Pearson. Comme on peut le voir dans le tableau 12, toutes les relations étaient non significatives, à l'exception de la moyenne de l'indice d'attention mesurée par EEG et de la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, qui étaient significativement et positivement corrélées, $r = ,863$, $p = < ,001$. En conséquence, les quatre indices d'attention seront utilisés pour les analyses corrélationnelles entre les variables principales dans les sections 4.2 à 4.5. Des raisons pouvant expliquer cette absence de corrélations sont avancées dans la section [5.2](#).

Tableau 12 — Corrélations de Pearson entre les indices d'attention

Indice d'attention		M	ET	N	Min	Max	Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
							Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Mesuré par EEG	Moyenne	0,255	0,059	19	0,132	0,340	--			
	Variance	0,003	0,002	19	0,001	0,009	,863**	--		
Mesuré par pupillométrie	Moyenne	3,336	0,394	20	2,547	3,988	-,142	-,205	--	
	Variance	0,046	0,094	20	0,005	0,436	,251	,228	,340	--

Note. ** $p < ,01$.

4.1.2 L'acquisition et la rétention des connaissances

Les connaissances des personnes participantes ont été mesurées à trois reprises pendant l'étude, soit une semaine avant la formation (prétest), immédiatement à la fin de la formation (posttest immédiat) et cinq semaines après la formation (posttest différé). La différence entre les résultats au prétest et au posttest immédiat évoque l'acquisition de connaissances. Le changement entre les résultats au posttest immédiat et au posttest différé évoque quant à lui la rétention de connaissances. Cette section présentera d'abord l'évolution des connaissances au cours de l'étude. Puis

les différences de résultats entre les phases de l'étude seront présentées, car ce sont ces données qui ont été utilisées pour calculer les corrélations entre les connaissances, l'attention et le transfert des apprentissages.

4.1.2.1 L'évolution de l'acquisition de connaissances

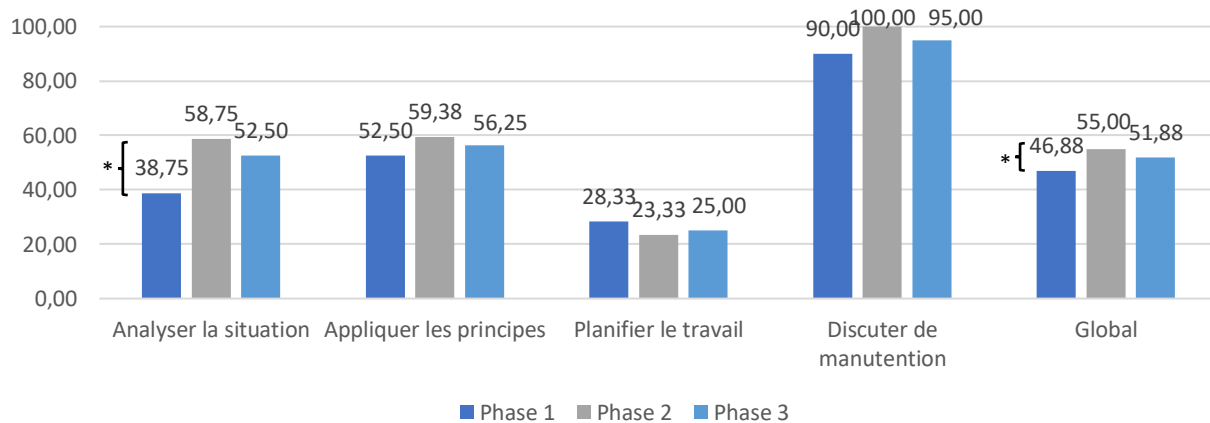
Les moyennes et les écarts-types pour le score global aux trois tests de connaissances, ainsi que pour chacun des objectifs d'apprentissage sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 — Résultats aux tests de connaissances

Objectif d'apprentissage	Résultats en pourcentage											
	Phase 1				Phase 2				Phase 3			
	M	ET	Min	Max	M	ET	Min	Max	M	ET	Min	Max
Analyser l'environnement (4 questions)	38,75	23,61	0,00	75,00	58,75	23,33	0,00	100,00	52,50	25,52	00,00	100,00
Appliquer les principes (8 questions)	52,50	18,41	12,50	87,50	59,38	11,38	37,50	87,50	56,25	15,97	25,00	75,00
Planifier le travail (3 questions)	28,33	12,21	0,00	33,00	23,33	21,90	0,00	66,67	25,00	18,34	0,00	66,67
Discuter de manutention (1 question)	90,00	30,78	0,00	100,00	100,0	0,00	100,00	100,00	95,00	22,36	00,00	100,00
Score global	46,88	12,90	12,50	68,75	55,00	11,03	31,25	81,25	51,88	10,94	37,50	75,00

Les résultats globaux ainsi que les résultats pour chacun des objectifs d'apprentissage, à l'exception de *Planifier le travail*, ont suivi la courbe attendue de la rétention des connaissances. Ainsi, le niveau de connaissances était plus faible avant la formation, a augmenté immédiatement après la formation et est redescendu à un niveau intermédiaire quelques semaines suivant la formation. La figure 24 illustre graphiquement cette évolution des résultats par objectif d'apprentissage ainsi que pour le score global. Les différences significatives relevées dans le tableau 13 sont indiquées par une étoile dans le graphique. Des analyses comparatives des scores globaux ainsi que des scores pour chacun des objectifs d'apprentissages entre chacune des phases de l'étude ont été effectuées et seront détaillées après la figure 24.

Figure 24 — Évolution du score de connaissances par objectif d'apprentissage et au global



Une ANOVA à mesures répétées, présentée dans le tableau 14, a été effectuée pour déterminer si l'évolution des scores globaux aux tests de connaissances dans le temps était significative ou non. Le test de Mauchly a indiqué que l'hypothèse de sphéricité a été rencontrée, $\chi^2(2) = 4,025$, $p = ,134$. Le test Anova a révélé une différence significative entre les scores globaux, $F(2, 38) = 4,66$, $p = ,015$, $\eta^2 = ,197$. Les tests post hoc de comparaison pour échantillons appariés avec un ajustement de Bonferroni sont présentés dans le même tableau. Ces tests ont montré que la différence entre les scores globaux de la phase 1 et de la phase 2 était significative ($p = ,035$), avec une taille d'effet calculée selon le d de Cohen (1988) modérée à forte ($d = ,68$). Toutefois, la différence entre les scores globaux de la phase 1 et de la phase 3 n'était pas significative ($p = ,345$), tout comme la différence entre les scores de la phase 2 et de la phase 3 ($p = ,405$). En conséquence, il a été possible d'affirmer que les personnes participantes ont globalement acquis des connaissances, mais qu'elles n'ont pas maintenu ces connaissances dans le temps.

Tableau 14 — Comparaison des scores globaux aux trois tests de connaissances

Variable	Résultats Anova			Tests post hoc ^a								
				Phase 1 à phase 2			Phase 2 à phase 3			Phase 1 à phase 3		
	<i>F</i> ^b	<i>p</i>	η^2	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>d</i> ^c	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Score global – connaissances	4,66*	,015	,197	-,375*	,035	0,68	-,676	,405	-0,28	,300	,345	0,42

Note. ^a Ajustement de Bonferroni. ^b *F* (2,38). ^c *d* de Cohen.

Des tests de Friedman ont été effectués sur les scores pour chacun des objectifs d'apprentissage, étant donné que les distributions à ces tests n'étaient pas normales. Seuls les scores pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement* étaient significativement différents, $F(2, 38) = 9,00$, $p = ,011$. Pour cet objectif, les tests post hoc ont montré une différence significative dans les résultats entre le score de la phase 1 et le score de la phase 2 ($p = ,018$), dont la taille d'effet était élevée selon les barèmes de Cohen ($d = 0,85$). Les autres scores n'étaient pas statistiquement différents, comme présentés dans le tableau 15. Ces résultats suggèrent que les personnes participantes ont acquis des connaissances significatives pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement* seulement, avec une taille d'effet importante, mais qu'elles n'ont pas réussi à maintenir ces connaissances de manière durable dans le temps.

Tableau 15 — Comparaison des scores par objectif d'apprentissage aux trois tests de connaissances

Objectif d'apprentissage	Résultats Friedman		Tests post hoc ^a								
			Phase 1 à phase 2			Phase 2 à phase 3			Phase 1 à phase 3		
	<i>F</i> ^b	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>d</i> ^c	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Analyser l'environnement	9,00*	,011	-,750*	,018	0,85	,150	,635	-0,26	-,600	,058	0,56
Appliquer les principes	3,47	,177	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planifier le travail	2,40	,301	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Discuter de manutention	2,00	,368	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Note. *N* = 20. ^a Ajustement de Bonferroni. ^b *F* (2,38). ^c *d* de Cohen.

4.1.2.2 Les changements de connaissances

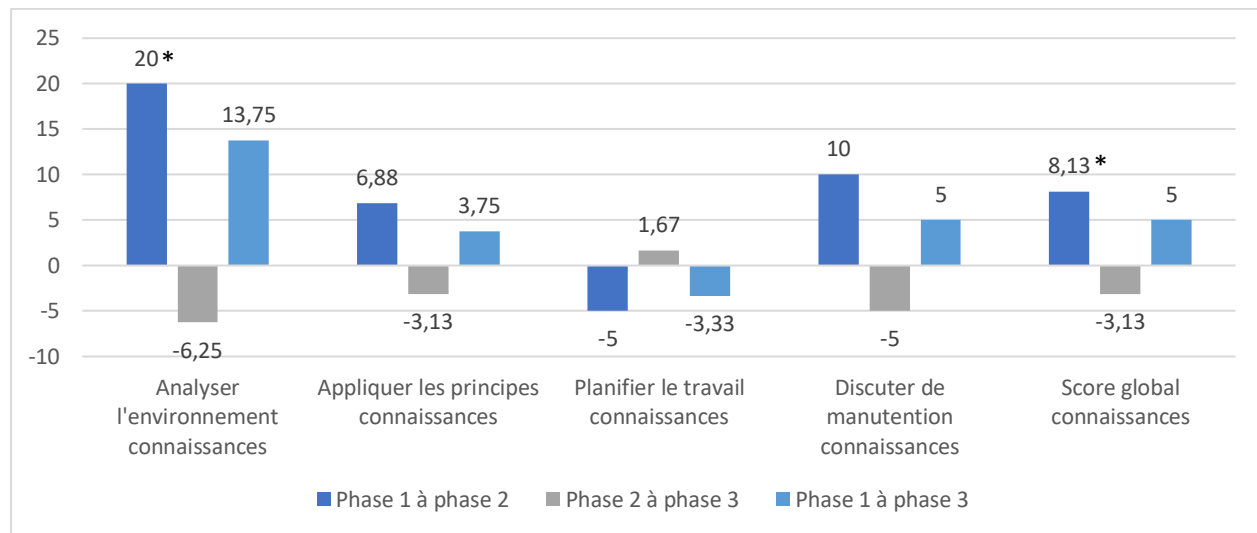
L'acquisition de connaissances et la rétention de connaissances ont été calculées à partir des résultats aux tests de connaissances entre les différentes phases de l'étude. Ces changements dans les connaissances sont présentés au tableau 16.

Tableau 16 — Changements de connaissances entre les différentes phases de l'étude

Objectif d'apprentissage	Changement de connaissances					
	Phase 1 à phase 2		Phase 2 à phase 3		Phase 1 à phase 3	
	M	ET	M	ET	M	ET
Analyser l'environnement	20,00	23,77	-6,25	26,75	13,75	35,79
Appliquer les principes	6,88	17,43	-3,13	14,55	3,75	24,03
Planifier le travail	-5,00	22,36	1,67	27,52	-3,33	21,34
Discuter de manutention	10,00	30,78	-5,00	22,36	5,00	39,40
Score global	8,13	13,00	-3,13	8,95	5,00	13,54

La figure 25 présente graphiquement ces changements et les étoiles identifient les changements significatifs relevés au tableau 16. L'acquisition de connaissances, c'est-à-dire le changement entre la phase 1 et la phase 2, était plus élevée que la rétention de connaissances, soit le changement entre la phase 1 et la phase 3. Les changements entre la phase 2 et la phase 3 étaient négatifs, probablement à cause du phénomène de l'oubli qui entre en jeu dans le passage du temps. Ainsi, comme le transfert des apprentissages a été calculé en comparant la différence de comportements entre la phase 1 et la phase 3, ce sont les changements de connaissances entre la phase 1 et la phase 3 qui ont été utilisés pour effectuer les tests de corrélations dans les sections [4.3](#) et [4.4](#).

Figure 25 — Changements de connaissances par objectif d'apprentissage dans la formation



4.1.2.3 Les facteurs influençant le changement de connaissances

Pour vérifier si le niveau de scolarité avait pu avoir une incidence sur les résultats de connaissances, les personnes participantes ont été classées en trois groupes en fonction du diplôme obtenu. Un groupe rassemblait les personnes n'ayant pas obtenu de diplôme d'études secondaires, un deuxième groupe, celles ayant obtenu un diplôme d'études secondaires général ou professionnel tandis que le troisième groupe rassemblait les personnes ayant obtenu un diplôme d'études postsecondaires. Un test de Kruskal-Wallis a permis de déterminer que les différences de changements globaux de connaissances entre la phase 1 et la phase 2 $\chi^2 (2, N = 20) = 1,94, p = ,380$, ainsi qu'entre la phase 1 et la phase 3 pour ces trois groupes n'étaient pas significatives $\chi^2 (2, N = 20) = 2,84, p = ,242$. Les comparaisons post hoc utilisant la méthode de Dunn avec une correction de Bonferroni sont présentées dans le tableau 17.

Tableau 17 — Comparaisons appariées selon les niveaux de scolarité

Niveaux de scolarité	Phase 1 à phase 2			Phase 1 à phase 3		
	Df	p	p ^a	df	p	p ^a
Études secondaires vs études postsecondaires	-,800	,803	1,000	-,100	,975	1,00
Études secondaires vs études primaires	4,400	,170	,509	5,100	,110	,330
Études postsecondaires vs études primaires	3,600	,330	,991	5,000	,175	,524

Note. ^a Les valeurs de signification ont été ajustées par la correction Bonferroni pour plusieurs tests.

Comme les capacités individuelles à porter attention peuvent être affectées par des troubles comme le déficit de l'attention et l'anxiété (Kaspar et König, 2012), des analyses ont également été effectuées pour déterminer si les conditions neurologiques autodéclarées avaient influencé les résultats. Les personnes ayant autodéclaré une condition neurologique telle que le déficit d'attention, l'anxiété et la dyslexie ont été placées dans un premier groupe, tandis que celles n'ayant pas déclaré de condition neurologique ont été placées dans un deuxième groupe. Un test de Mann-Whitney a montré que les différences de changements de connaissances entre le groupe de personnes ayant déclaré une condition neurologique ($N = 6$, $M = 7,29$, $ET = 16,96$) et le groupe de personnes n'ayant pas déclaré une telle condition ($N = 14$, $M = 8,48$, $ET = 11,66$) n'étaient pas significatives, ni entre la phase 1 et la phase 2, $U = 42,50$, $p = 1,000$, ni entre la phase 1 et la phase 3, $U = 41,00$, $p = ,968$.

Les connaissances et expériences antérieures peuvent également affecter l'acquisition et la rétention de connaissances (Herrington *et al.*, 2009; Petty *et al.*, 2007; Shell et Flowerday, 2019). Des tests de Mann-Whitney n'ont révélé aucune différence significative entre les personnes possédant moins de 24 mois d'expérience ($N = 13$, $M = 12,00$, $ET = 5,16$) ou plus de 24 mois d'expérience ($N = 7$, $M = 160,00$, $ET = 5,16$) sur le changement de connaissances entre la phase 1 et la phase 2, $U = 48,00$, $p = ,877$, ou entre la phase 1 et la phase 3, $U = 58,50$, $p = ,311$. De même, aucune différence significative n'a été trouvée entre les personnes ayant autorapporté un niveau d'expertise de moins de 3,5/5 ($N = 11$, $M = 2,73$, $ET = 0,47$) ou de plus de 3,5/5 ($N = 9$, $M = 4,56$, $ET = 0,53$) sur le changement de connaissances entre la phase 1 et la phase 2, $U = 74,00$, $p = ,067$, ou entre la phase 1 et la phase 3, $U = 63,50$, $p = ,295$.

En conclusion pour cette section, le niveau de scolarité, les conditions neurologiques autodéclarées ainsi que les connaissances et expériences antérieures ne semblent pas avoir influencé les résultats de connaissances. Cependant, la taille très réduite de l'échantillon et des sous-groupes a affecté la puissance statistique des analyses.

4.1.3 Le transfert des apprentissages

Comme expliqué aux chapitres précédents, le transfert des apprentissages est mesuré en comparant les comportements avant et après la formation. Dans cette étude, deux mesures de comportements ont été prises en prétest et deux mesures ont été prises en posttest, soit les données autorapportées des manutentionnaires et les données hétérorapportées des formateurs. Deux sources ont été utilisées pour mesurer le transfert afin de répondre à l'appel de Schoeb *et al.* (2021) qui soulignent que la majorité des

études sur le transfert se basent sur des données autorapportées seulement. Ces données seront d’abord présentées, puis l’évolution des comportements entre le prétest et le posttest se retrouvera en fin de section.

4.1.3.1 Les comportements en prétest

Le tableau 18 présente les données de comportements autorapportées (par les manutentionnaires) et hétérorapportées (par les personnes formatrices) en prétest. Un test de Wilcoxon ($W = 1,05$; $p = ,296$) n’a révélé aucune différence significative entre les évaluations globales des comportements réalisées par les manutentionnaires ($M = 5,35$, $ET = 0,92$) et par les personnes formatrices ($M = 5,83$, $ET = 1,68$). En conséquence, les données autorapportées et hétérorapportées ont été considérées comme étant équivalentes. C’était également le cas pour chacun des objectifs d’apprentissage. On peut conclure que les manutentionnaires et les personnes formatrices ont posé le même regard sur la fréquence et la performance des comportements attendus lors des évaluations précédant la formation.

Tableau 18 — Comparaison des évaluations autorapportées et hétérorapportées en prétest

Objectif d’apprentissage		Manutentionnaires			Personnes formatrices			Test de Wilcoxon		Taille d’effet
		N	M	ET	N	M	ET	W	p^a	d^b
Analyser l’environnement	Fréquence	20	5,88	0,91	18	5,71	1,27	50,00	,569	-0,15
	Performance	20	5,62	1,11	18	5,77	1,14	70,50	,550	0,13
	Global	20	5,75	0,98	18	5,74	1,14	69,00	,959	-0,01
Appliquer les principes	Fréquence	20	5,43	0,95	20	6,00	3,04	115,50	,695	0,25
	Performance	20	5,44	1,08	20	6,99	5,40	149,50	,096	0,40
	Global	20	5,43	0,96	20	6,51	4,29	140,00	,191	0,35
Planifier le travail	Fréquence	20	5,50	1,22	20	5,23	0,88	74,50	,409	-0,26
	Performance	20	5,50	1,26	20	5,43	1,27	81,00	,844	-0,06
	Global	20	5,50	1,14	20	5,33	0,77	70,50	,513	-0,18
Discuter de manutention	Fréquence	20	4,68	1,45	11	5,39	2,04	30,00	,373	0,40
	Performance	20	4,73	1,47	11	5,42	1,94	37,00	,331	0,40
	Global	20	4,71	1,43	11	5,40	1,94	36,00	,386	0,41
Score global — comportements		20	5,35	0,92	20	5,83	1,68	133,00	,296	0,35

Notes. ^a p = significativité bilatérale. ^b d de Cohen

4.1.3.2 Les comportements en posttest

Selon les résultats aux tests de Wilcoxon que l'on peut voir dans le tableau 19, les évaluations globales des comportements effectuées par les manutentionnaires ($M = 5,77$, $ET = 0,77$) et par les personnes formatrices ($N = 19$, $M = 6,00$, $ET = 0,43$) pouvaient également être considérées comme étant équivalentes en posttest ($W = 136,00$; $p = ,099$). De même, les évaluations des deux groupes pouvaient également être jugées comme équivalentes pour la performance et le résultat global de chacun des objectifs d'apprentissage. En revanche, des différences significatives ont été observées concernant la fréquence d'application pour deux objectifs d'apprentissage : *Appliquer les principes* ($W = 39,50$; $p = ,045$) et *Discuter de manutention* ($W = 32,50$; $p = ,042$).

Tableau 19 — Comparaison des évaluations autorapportées et hétérorapportées en posttest

Objectifs d'apprentissage		Manutentionnaires			Personnes formatrices			Test de Wilcoxon		Taille d'effet
		N	M	ET	N	M	ET	W	P^a	d^b
Analyser l'environnement	Fréquence	20	6,18	1,00	15	6,11	0,86	31,00	,857	-0,08
	Performance	20	6,20	0,89	15	6,31	0,82	37,50	,305	0,13
	Global	20	6,19	0,85	15	6,21	0,74	48,50	,833	0,02
Appliquer les principes	Fréquence	20	6,09	0,76	19	5,72	0,58	39,50*	,045	-0,54
	Performance	20	5,96	0,84	19	6,15	0,62	114,50	,432	0,27
	Global	20	6,02	0,78	19	5,92	0,56	85,00	,687	-0,14
Planifier le travail	Fréquence	20	5,62	1,29	19	5,55	0,78	60,00	,678	-0,06
	Performance	20	5,70	1,18	19	6,13	0,91	98,00	,119	0,41
	Global	20	5,66	1,17	19	5,84	0,59	91,00	,492	0,20
Discuter de manutention	Fréquence	20	5,17	1,33	10	6,10	0,74	32,50*	,042	0,87
	Performance	20	5,22	1,04	10	5,95	1,80	28,00	,161	0,50
	Global	20	5,19	1,16	10	5,99	1,14	38,00	,066	0,70
Score global — comportements		20	5,77	0,77	19	6,00	0,43	136,00	,099	0,38

Notes. ^a p = significativité bilatérale. ^b d de Cohen

Compte tenu du fait que la fréquence de mise en œuvre du comportement était partiellement tributaire de l'environnement de travail et échappait donc au contrôle total des personnes participantes, les analyses des sections 4.2 à 4.5 ont été réalisées à partir des scores de performance pour la formation au global ainsi

que pour chacun des objectifs d'apprentissage. Par ailleurs, les données autorapportées étant plus complètes que les données hétérorapportées, ces premières ont été privilégiées pour ces analyses.

4.1.3.3 La modification des comportements

Comme mentionné précédemment, le transfert des apprentissages est mesuré en comparant les comportements avant et après une formation pour déterminer s'il y a amélioration, stagnation ou régression des comportements. Pour déterminer s'il y a eu ou non transfert des apprentissages dans cette étude, les données de comportements autorapportées ont été comparées en prétest et en posttest.

Comme les données pour la fréquence, la performance et le global étaient distribuées normalement, des tests t ont été effectués pour déterminer si la différence entre les comportements en prétest et en posttest était significative. Le test de Student a révélé une différence positive et significative ($t = 3,04$, $p = ,007$) entre les comportements globaux autorapportés avant la formation ($M = 5,35$, $ET = 0,91$) et après la formation ($M = 5,77$, $ET = 0,77$). La taille d'effet de la différence de comportements était considérée comme étant moyenne ($d = 0,61$). De plus, l'indice d'hétérogénéité, calculé pour déterminer si l'intervention a eu pour effet de diminuer les écarts de comportements entre les personnes participantes (Gerard, 2003), est passé de 17 % à 13 %, indiquant une homogénéité importante après la formation. Ces analyses ont révélé que les personnes participantes ont modifié leurs comportements globaux de manière significative et dans une assez grande proportion, tant sur la fréquence que sur la performance. Le tableau 20 présente ces résultats, ainsi que le détail pour la fréquence et la performance des comportements.

Tableau 20 — Comparaison des comportements autorapportés pour le score global

Score global	Prétest			Posttest			Test de Student		Taille d'effet
	M	ET	Hét. ^a (%)	M	ET	Hét. (%)	t	p^b	d^c
Fréquence	5,40	0,86	15,93	5,86	0,78	13,31	3,12**	,006	0,67
Performance	5,36	1,03	19,22	5,74	0,74	12,89	2,27*	,035	0,75
Global	5,35	0,91	17,01	5,77	0,77	13,34	3,04**	,007	0,61

Note. N = 20. ^a Indice d'hétérogénéité. ^b p = significativité bilatérale. ^c d de Cohen. * $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Les résultats de comportements en prétest et en posttest ont également été analysés pour chacun des objectifs d'apprentissage. Des différences positives et significatives ont été trouvées pour la performance

($W = 17,50$, $p = ,009$, $d = 0,58$) et le global ($W = 19,00$, $p = ,011$, $d = 0,48$) pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement* ainsi que pour la fréquence ($W = 23,50$, $p = ,007$, $d = 0,76$), la performance ($W = 27,00$, $p = ,019$, $d = 0,54$) et le global ($W = 23,50$, $p = ,007$, $d = 0,68$) pour l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention*. Toutes les autres différences étaient non significatives, comme on peut le voir dans le tableau 21.

Tableau 21 — Comparaison des comportements autorapportés pour les objectifs d'apprentissage

Objectifs d'apprentissage		Prétest			Posttest			Test de Wilcoxon		Taille d'effet
		M	ET	Hét. ^a (%)	M	ET	Hét. (%)	W	p^b	d^c
Analyser l'environnement	Fréquence	5,88	0,91	15,52	6,18	1,00	16,17	33,00	,120	0,31
	Performance	5,62	1,11	19,85	6,20	0,89	14,32	17,50**	,009	0,58
	Global	5,75	0,98	17,10	6,19	0,85	13,79	19,00*	,011	0,48
Appliquer les principes	Fréquence	5,43	0,95	17,49	6,09	0,76	12,50	23,50**	,007	0,76
	Performance	5,44	1,08	19,87	5,96	0,84	14,02	27,00*	,019	0,54
	Global	5,43	0,96	17,58	6,02	0,78	12,89	23,50**	,007	0,68
Planifier le travail	Fréquence	5,50	1,22	22,20	5,62	1,29	22,89	60,00	,676	0,09
	Performance	5,50	1,26	22,89	5,70	1,18	20,69	50,50	,363	0,16
	Global	5,50	1,14	20,74	5,66	1,17	20,71	69,00	,471	0,14
Discuter de manutention	Fréquence	4,68	1,45	31,02	5,17	1,33	25,76	33,00	,069	0,35
	Performance	4,73	1,47	31,13	5,22	1,04	19,91	32,50	,065	0,38
	Global	4,71	1,43	30,36	5,19	1,16	22,32	39,00	,075	0,37

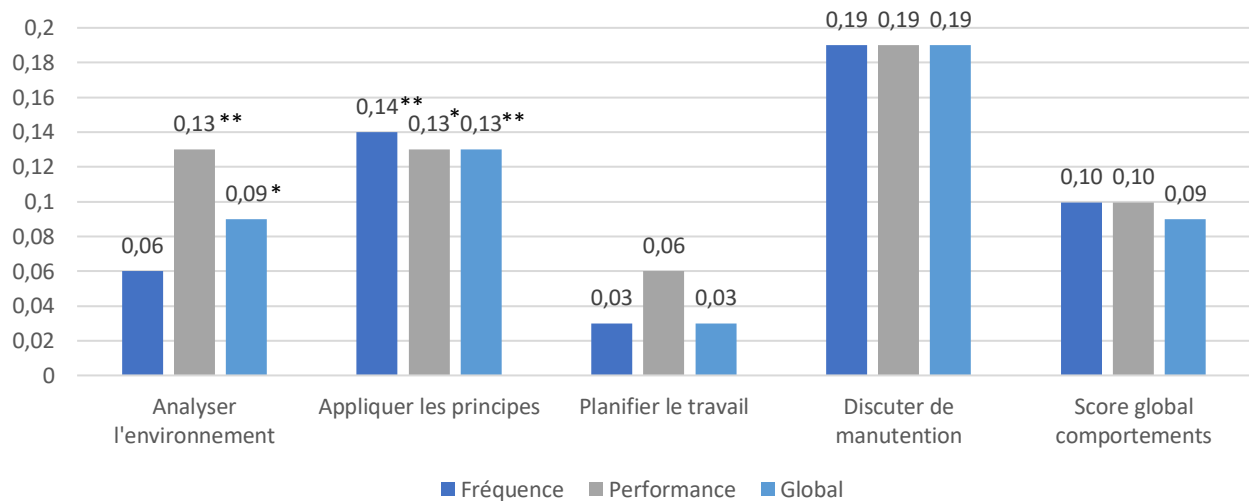
Note. N = 20. ^a Indice d'hétérogénéité. ^b p = significativité bilatérale. ^c d de Cohen. * $p < ,05$. ** $p < ,01$.

À partir du tableau précédent, les changements de comportements entre les prétests et les posttests ont été calculés. La figure 26 représente graphiquement les changements de comportements entre la phase 1 et la phase 3, tant globalement que par objectif d'apprentissage. Les différences significatives observées au tableau 21 ont été identifiées par un astérisque dans la figure 26.

Tous les changements de comportements ont été calculés sur la base d'un gain relatif (gain normalisé) et non d'un gain absolu, en utilisant la formule suivante :

$$\text{Changement de comportement} = \frac{\text{Moyenne posttest} - \text{Moyenne prétest}}{100 - \text{Moyenne prétest}}$$

Figure 26 — Changement relatif de comportements entre la phase 1 et la phase 3 en pourcentage



Ces résultats ont indiqué que les personnes participantes ont amélioré leur performance de manière significative et dans une assez grande proportion pour les objectifs d'apprentissage *Analyser l'environnement* et *Appliquer les principes de manutention*, mais non pour les autres objectifs d'apprentissage ou pour les scores globaux de comportements. Ainsi, les manutentionnaires n'ont amélioré leurs comportements que d'environ 10 % en moyenne et d'au maximum 19 %.

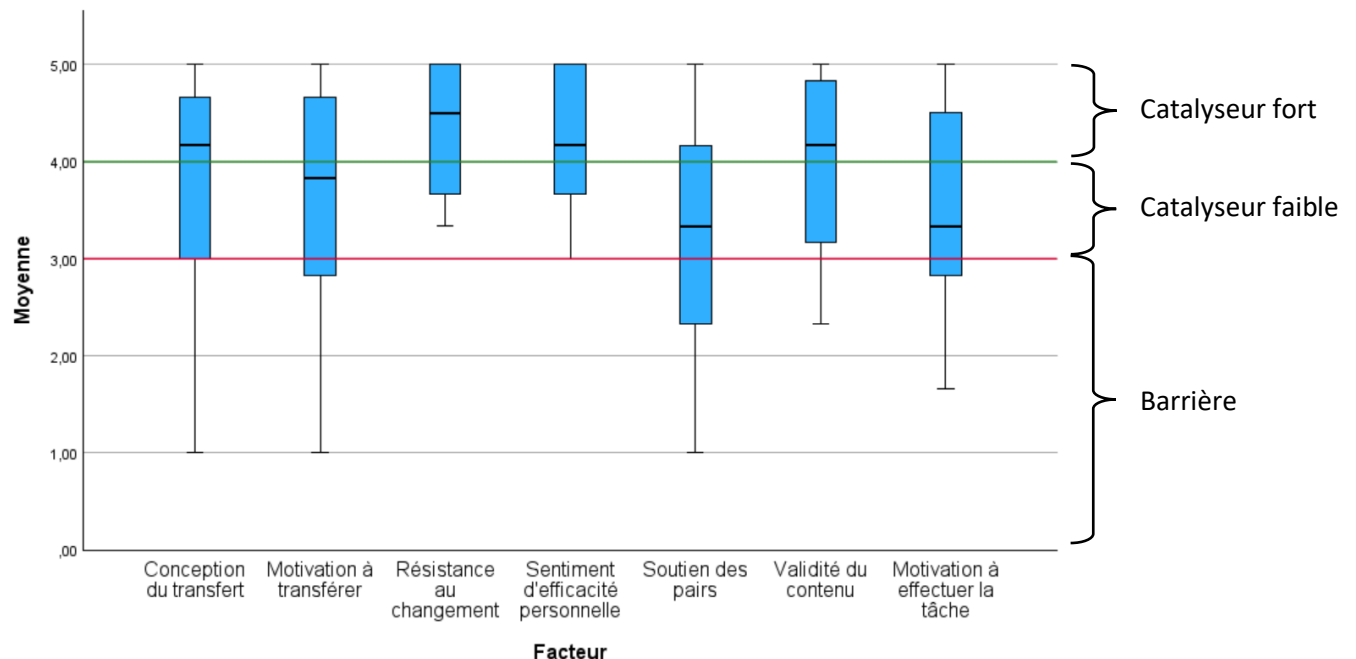
4.1.3.4 Les facteurs influençant le transfert des apprentissages

Des données concernant certains facteurs influençant le transfert des apprentissages ont été collectées et analysées, car ces facteurs interviennent dans la décision du personnel à mettre en application les apprentissages réalisés en formation (Blume *et al.*, 2019; Ford *et al.*, 2018). Pour vérifier la présence ou non de ces facteurs, deux sous-échelles de chacune des trois catégories du questionnaire *Learning Transfer System Inventory* (LTSI) (Bates *et al.*, 2012) ont été administrées aux personnes participant à l'étude. De plus, une échelle supplémentaire de trois items portant sur la motivation à effectuer la tâche a été administrée lors des posttests.

La figure 26 illustre graphiquement la médiane et l'écart-type pour chacun de ces facteurs. Conformément aux seuils utilisés entre autres par Lashlee (2020) et Zuppiger *et al.* (2023), les facteurs dont le score moyen est supérieur à 4 sont considérés comme des catalyseurs forts du transfert, c'est-à-dire qu'ils exercent une influence positive marquée sur le transfert des apprentissages. Ceux dont le score se situe entre 3 et 4 sont qualifiés de catalyseurs faibles, leur influence étant neutre ou modérément positive. Enfin, les facteurs dont le score est inférieur à 3 sont considérés comme des obstacles, car ils freinent le transfert.

Dans cette étude, trois facteurs ont été considérés comme des catalyseurs forts : la résistance au changement ($M = 4,33$, $ET = 0,64$), le sentiment d'efficacité personnelle ($M = 4,20$, $ET = 0,73$), et la validité perçue du contenu ($M = 4,00$, $ET = 0,88$). Trois autres facteurs ont été considérés comme étant des catalyseurs faibles : la motivation à transférer ($M = 3,55$, $ET = 1,25$), le soutien par les pairs ($M = 3,23$, $ET = 1,15$) et la conception du transfert ($M = 3,72$, $ET = 1,19$). La motivation à effectuer le travail ($M = 3,58$, $ET = 0,97$), un facteur ajouté spécifiquement dans le cadre de cette étude, a également été considérée comme un catalyseur faible du transfert. Aucun facteur n'a obtenu une médiane inférieure à 3 et, par conséquent, aucun n'a été identifié comme une barrière au transfert des apprentissages.

Figure 27 — Représentation graphique des facteurs influençant le transfert



Note. Les lignes dans les boîtes à moustache représentent les médianes et non les moyennes.

Selon certains auteurs dont Lim et Morris (2006), l'expérience antérieure peut influencer le transfert des apprentissages. Toutefois, un test de Mann-Whitney n'a trouvé aucune différence significative dans le transfert des personnes ayant moins de 24 mois d'expérience ($N = 13$, $M = 12,00$ $ET = 5,16$) en comparaison de celles ayant plus de 24 mois d'expérience ($N = 7$, $M = 160,00$, $ET = 5,16$), $U = 32,00$, $p = ,201$.

4.2 Les liens entre l'attention et le type d'activité d'apprentissage (OS1)

Le premier objectif spécifique de l'étude visait à **déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail** et l'hypothèse émise en lien avec cet objectif spécifique de recherche était la suivante : *L'attention mesurée sera globalement plus élevée durant les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est élevé*. Pour valider cette hypothèse, la moyenne de l'attention pour chacune des activités a été calculée, et ce, pour chacun des indices d'attention. Puis, ces moyennes par activité ont été comparées au niveau d'engagement cognitif attendu. Finalement, les données qualitatives ont été croisées avec les données quantitatives.

4.2.1 Les indices d'attention par types d'activités

Le tableau 22 présente les moyennes et les écarts-types de chacun des indices d'attention pour chacun des types d'activités. Ces résultats ont révélé que les moyennes des quatre indices d'attention ont varié de telle sorte que les types d'activités ayant les moyennes les plus élevées et les moins élevées ont différé pour chaque indice d'attention.

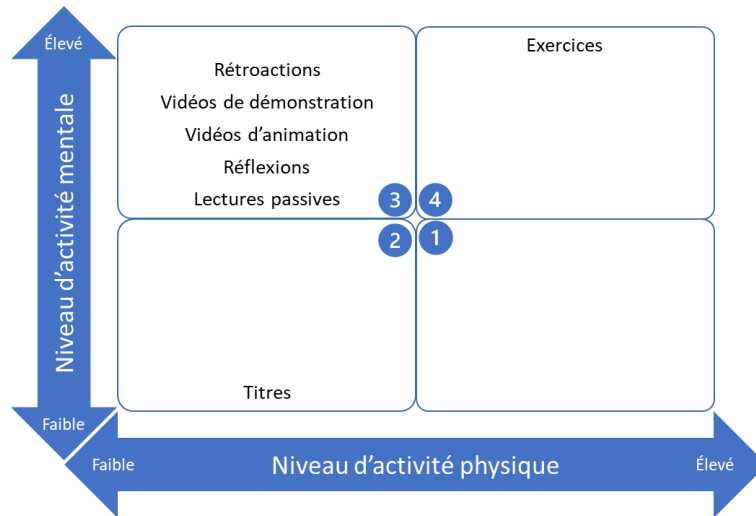
Tableau 22 — Attention en fonction du type d'activité

Type d'activité	Indice d'attention mesuré par EEG								Indice d'attention mesuré par pupillométrie							
	Moyenne ^a				Variance ^a				Moyenne ^b				Variance ^b			
	Min	Max	M	ET	Min	Max	M	ET	Min	Max	M	ET	Min	Max	M	ET
Titres	0,148	0,304	0,258	0,066	0,001	0,010	,003	,002	2,633	3,957	3,190	0,384	0,004	0,426	,036	,092
Vidéos d'animation	0,130	0,333	0,265	0,089	0,001	0,011	,004	,002	2,556	4,119	3,392	0,385	0,008	0,789	,080	,170
Vidéo de démonstration	0,129	0,334	0,266	0,098	0,001	0,012	,003	,002	2,546	4,012	3,341	0,421	0,004	0,551	,060	,119
Lecture passive	0,131	0,332	0,275	0,106	0,001	0,007	,003	,002	2,527	4,014	3,393	0,449	0,004	0,405	,038	,088
Rétroactions	0,130	0,375	0,271	0,098	0,001	0,006	,003	,002	2,529	3,995	3,330	0,423	0,002	0,199	,022	,043
Réflexions	0,115	0,334	0,275	0,117	0,001	0,008	,003	,002	2,502	3,852	3,255	0,459	0,003	0,452	,045	,097
Exercices	0,125	0,352	0,272	0,101	0,001	0,012	,004	,003	2,546	4,014	3,325	0,429	0,005	0,376	,047	,081

Note. ^a N=19. ^b N=20.

En rappel du [tableau 5](#) à la [section 3.2](#), la figure 28 montre les niveaux d'engagement cognitif attendu pour chacun des types d'activités utilisées dans la formation en ligne.

Figure 28 — Niveaux d'engagement cognitif attendus



Le tableau 23 présente un classement des activités utilisées dans la formation selon le niveau d'engagement attendu ainsi que leur rang respectif pour chaque indice d'attention. On observe que les activités *Réflexions* et *Lectures passives* ont obtenu des résultats équivalents pour la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG. De plus, les résultats ne permettent pas d'établir un classement clair pour la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, les activités étant réparties en deux groupes. Les *Exercices* et les *Vidéos d'animation* ont obtenu une variance de 0,004, toutes les autres activités ayant obtenu une variance légèrement inférieure, à 0,003.

Tableau 23 — Rang des activités d'apprentissage par indices d'attention

Ordonnement attendu	Ordonnement obtenu			
	Moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne de l'indice d'attention mesuré par pupillométrie	Variance de l'indice d'attention mesuré par EEG	Variance de l'indice d'attention mesuré par pupillométrie
1. Exercices	1. Réflexions	1. Lectures passives	1. Exercices	1. Vidéos d'animation
2. Rétroactions	1. Lectures passives	2. Vidéos d'animation	1. Vidéos d'animation	2. Vidéos de démonstration
3. Vidéos de démonstration	3. Exercices	3. Vidéos de démonstration	2. Rétroactions	3. Exercices
4. Vidéos d'animation	4. Rétroactions	4. Rétroactions	2. Vidéos de démonstration	4. Réflexions
5. Réflexions	5. Vidéos de démonstration	5. Exercices	2. Réflexions	5. Lectures passives
6. Lectures passives	6. Vidéos d'animation	6. Réflexions	2. Lectures passives	6. Titres
7. Titres	7. Titres	7. Titres	2. Titres	7. Rétroactions

Présenté autrement dans le tableau 24, on observe que l'ordonnement des activités pour la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG est celui qui s'est rapproché le plus de l'ordonnement attendu. En effet, les activités *Exercices*, *Vidéos de démonstration*, *Vidéos d'animation* et *Titres* apparaissent dans l'ordre attendu. Toutefois, les activités *Réflexions* et *Lectures passives* occupent les premières positions de l'ordonnement, ce qui était inattendu. En revanche, l'ordonnement basé sur la moyenne de l'indice d'attention mesuré par le diamètre des pupilles a présenté un résultat presque inverse de l'ordonnement attendu, à l'exception des *Titres* qui se sont retrouvés en 7^e position comme attendu. Quant à la variance de l'indice d'attention mesuré par le diamètre des pupilles, l'ordonnement obtenu n'a montré aucun lien avec l'ordonnement attendu, rendant toute interprétation difficile.

Tableau 24 — Ordonnement des résultats des indices d'attention

Ordonnement attendu	Ordonnement obtenu			
	Moyenne indice EEG	Moyenne indice pupillométrie	Variance indice EEG	Variance indice pupillométrie
1. Exercices	5	6	1	4
2. Rétroactions	6	4	4	3
3. Vidéos démonstration	1	3	2	1
4. Vidéos animation	2	2	3	5
5. Réflexions	3	1	5	6
6. Lectures passives	4	5	6	7
7. Titres	7	7	7	2

Comme les moyennes pour chacun des quatre indices d'attention ne présentaient pas, à première vue, de grands écarts, des tests de différence non paramétriques de Friedman ont été menés afin de déterminer si les différences d'attention entre les types d'activités étaient significatives ou non. Comme on peut le voir dans le tableau 25, les tests de Friedman ont révélé des différences significatives entre les types d'activités, et ce, pour les quatre mesures d'attention. Ce résultat suggérerait que les variations observées dans les quatre indices d'attention n'étaient pas dues au hasard.

Tableau 25 — Tests de Friedman sur les mesures d'attention

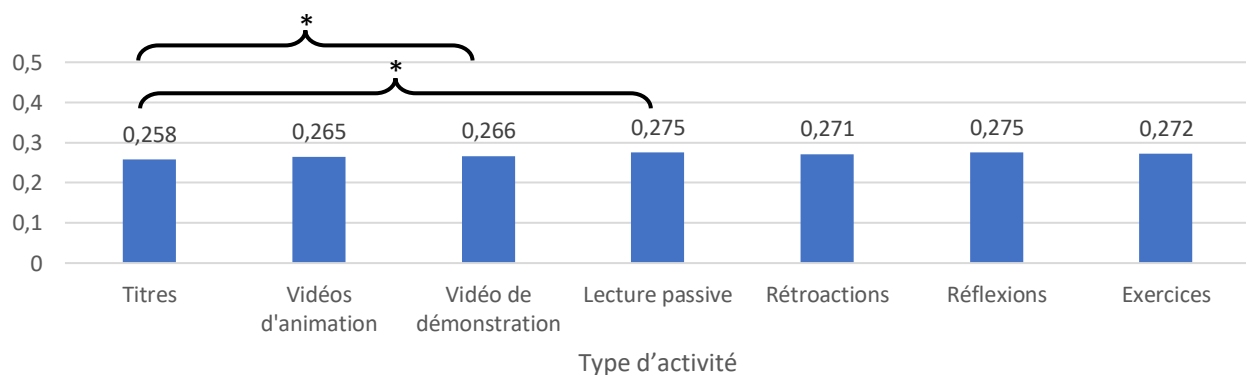
Indice d'attention		N	Chi carré	P
Mesuré par EEG	Moyenne	19	20,44	,002
	Variance	19	29,93	<,001
Mesuré par pupillométrie	Moyenne	20	36,75	<,001
	Variance	20	80,59	<,001

Les analyses post hoc ont permis de détecter des différences significatives, même en utilisant le niveau de significativité ajusté avec une correction de Bonferroni. Ce résultat a révélé que les différences d'attention entre les différents types d'activités pouvaient être utilisées pour valider l'hypothèse 1. Les tableaux de

ces tests post hoc peuvent être consultés à l'[Annexe K](#). Les différences significatives entre deux types d'activité ont été rapportées dans les figures 29 à 32 et signalées par une accolade et un astérisque.

La figure 29 présente la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG de l'ensemble des personnes participantes par type d'activités. Les activités d'apprentissage qui ont obtenu la moyenne la plus élevée étaient les réflexions ($M = 0,275$, $ET = 0,106$) et les lectures ($M = 0,275$, $ET = 0,106$). Au contraire, les activités qui ont obtenu la moyenne la plus faible étaient les titres ($M = 0,258$, $ET = 0,066$) et les vidéos d'animation ($M = 0,265$, $ET = 0,089$). Ces résultats étaient partiellement cohérents avec les niveaux d'engagement attendu pour chacun des types d'activités, tel qu'illustré à la [figure 28](#). En effet, il était attendu que les réflexions et les lectures passives obtiennent un indice d'attention plus faible que les rétroactions et les vidéos de démonstration, ce qui ne s'est pas produit. Par contre, si l'on fait abstraction des lectures passives et des réflexions qui ont obtenu un indice d'attention plus élevé qu'attendu, tous les autres types d'activités se sont retrouvés ordonnancés dans l'ordre attendu, avec les titres ayant obtenu l'indice d'attention le plus faible.

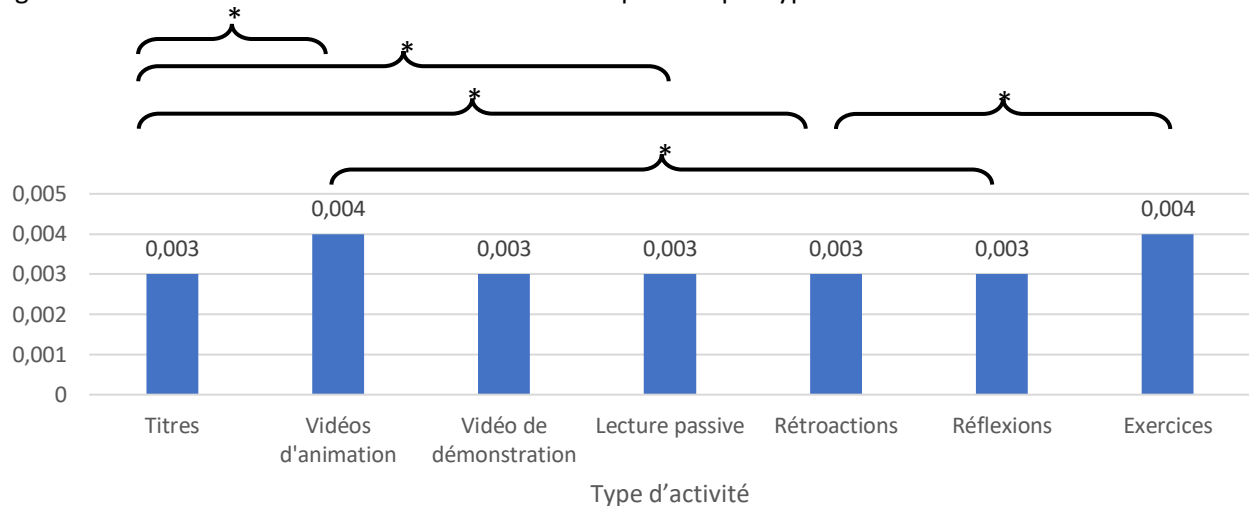
Figure 29 — Moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG par type d'activité



Pour la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, les différences étaient faibles. Ainsi, à la figure 30, on peut voir que les titres, les vidéos de démonstration, les lectures passives, les rétroactions et les réflexions ont obtenu une variance de l'indice d'attention de 0,003, tandis que les exercices et les vidéos d'animation ont obtenu une variance de l'indice d'attention de 0,004. Encore une fois, ces résultats étaient partiellement cohérents avec les niveaux d'engagement attendus et présentés dans la [figure 28](#). En effet, pour cet indice d'attention, les titres ont bien obtenu un niveau d'attention plus faible que les exercices et les vidéos d'animation, mais les écarts entre les titres, les vidéos de démonstration, les lectures passives,

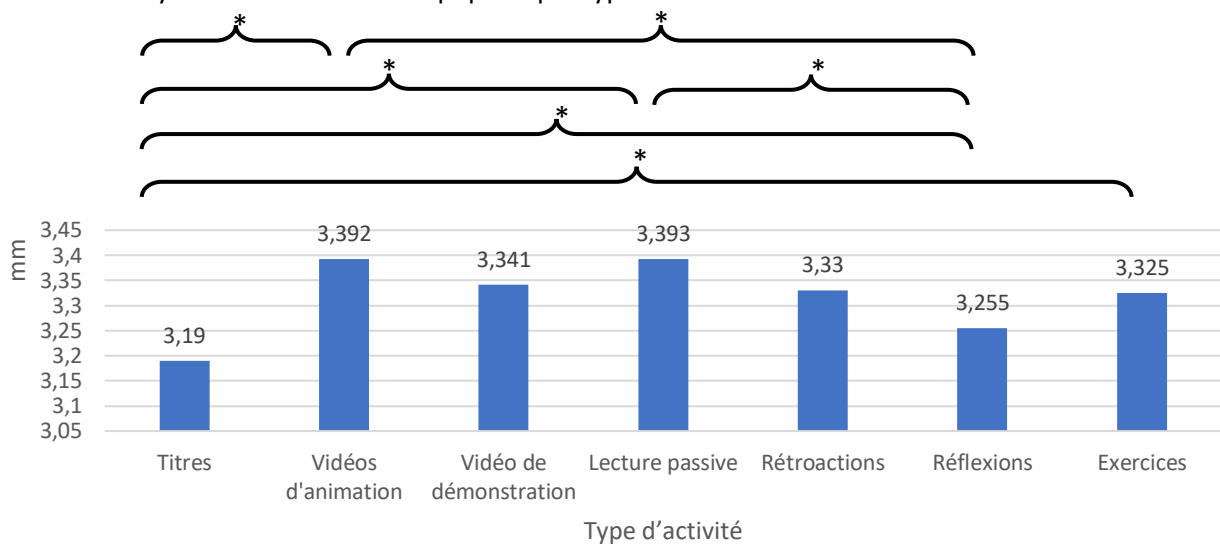
les rétroactions et les réflexions étaient inexistantes. Cependant, étant donné que les types d'activités se sont retrouvés divisés en deux groupes, l'interprétation de ce résultat s'est avérée délicate.

Figure 30 — Variance de l'indice d'attention mesuré par EEG par type d'activité



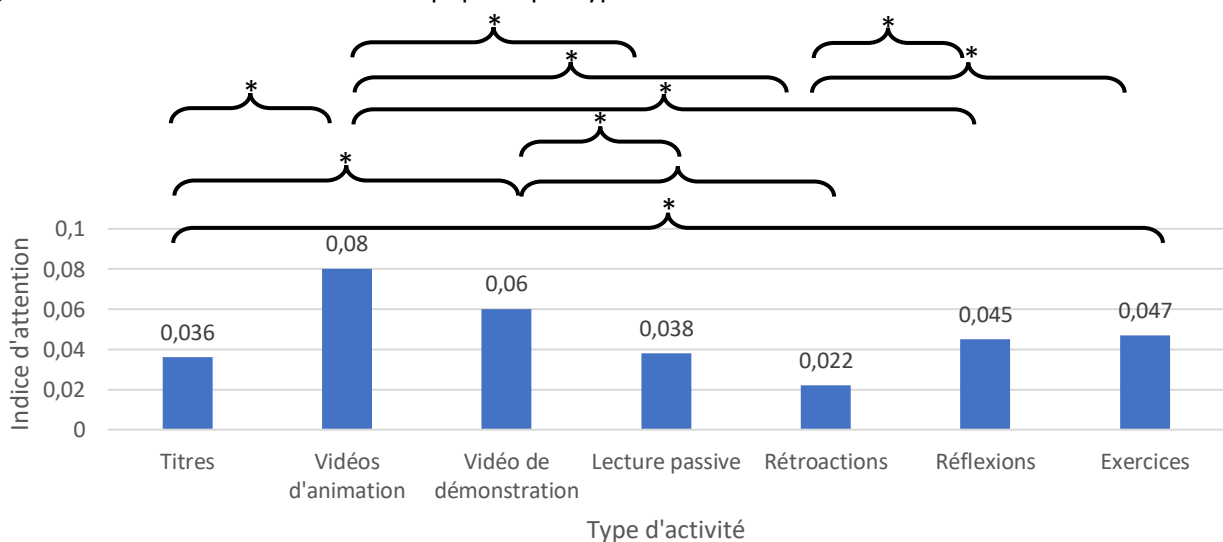
Selon la moyenne du diamètre des pupilles (figure 31), les types d'activités ayant obtenu le plus haut indice d'attention étaient la lecture passive ($M = 3,393$, $ET = 0,449$) et les vidéos d'animation ($M = 3,392$, $ET = 0,385$), tandis que les activités ayant obtenu l'indice d'attention le plus faible étaient les titres ($M = 3,190$, $ET = 0,384$) et les réflexions ($M = 3,255$, $ET = 0,459$). Pour ce troisième indice d'attention, les résultats étaient encore une fois partiellement cohérents avec les niveaux d'engagement cognitif attendus pour chacun des types d'activités tels qu'illustrés à la [figure 28](#). Ainsi, les titres ont encore une fois obtenu l'indice d'attention le plus faible de tous les types d'activités tandis que les lectures passives ont obtenu le plus haut indice d'attention, comme cela a été le cas pour la moyenne de l'indice d'attention mesurée par EEG. Par contre, pour la moyenne du diamètre des pupilles, les vidéos d'animation et les vidéos de démonstration ont obtenu des indices d'attention plus élevés que les réflexions, ce qui correspondait aux niveaux attendus.

Figure 31 — Moyenne du diamètre des pupilles par type d'activité



Pour la variance du diamètre des pupilles, les rétroactions ($M = 0,022$, $ET = 0,043$) ont obtenu l'indice d'attention le plus faible et les vidéos d'animation ($M = 0,080$, $ET = 0,170$) ont obtenu l'indice d'attention le plus élevé (voir figure 32). Ces résultats ne concordaient que partiellement avec les niveaux d'engagement cognitif attendus et illustrés à la [figure 28](#). En effet, les rétroactions auraient dû faire partie des activités ayant obtenu un indice d'attention élevé plutôt que l'indice d'attention le plus faible. Cependant, les exercices ont obtenu un indice d'attention plus élevé que les réflexions, les rétroactions et les titres, ce qui était attendu.

Figure 32 — Variance du diamètre des pupilles par type d'activité



4.2.2 Le croisement avec les données qualitatives

Les résultats quantitatifs mitigés étaient cohérents avec les résultats des données qualitatives. En effet, la majorité des personnes reçues en entretien ont mentionné avoir plus porté attention à certaines activités qu'à d'autres, mais ces activités n'étaient pas les mêmes pour toutes les personnes participantes. Le type d'activité le plus souvent nommé a été la vidéo de démonstration. Par exemple, P006 a dit : « Disons les vidéos avec des cas pratiques, avec des personnes. Parce que c'est plus pratique, tu vois ce que la personne fait et puis tu vas essayer de l'appliquer ».

Les autres activités nommées ont été les vidéos d'animation et les exercices. Toutefois, les personnes reçues en entretien n'ont pas toutes rapporté le même effet sur l'attention. Par exemple, P009 a beaucoup apprécié les exercices, disant que c'était le type d'activité le plus intéressant dans la formation. De son côté, P004 a mentionné que la présence d'exercices dans la formation l'avait forcé à porter attention aux autres activités dans la formation. En contrepartie, le P015 a mentionné avoir lu rapidement les exercices pour centrer son attention sur les vidéos de démonstration. De même, certaines personnes participantes ont apprécié les vidéos d'animation, tandis que pour P019, ce type d'activité a été le plus mémorable justement parce qu'il ou elle ne l'a pas appréciée du tout. Cependant, une vérification granulaire des données pour la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG a révélé des faits autres. Ainsi, l'attention de P009 a été assez constante tout au long de la formation, sans grande fluctuation, sauf pour un écran de lecture passive. L'attention de P004 a augmenté à partir du premier exercice et s'est maintenue à un niveau plus élevé de ce point jusqu'à la fin de la formation, sans baisse notable pour les lectures passives, par exemple. L'attention de P015 a plutôt augmenté dans les exercices et certaines rétroactions, alors que son attention était moyenne pour les vidéos de démonstration. Finalement, P019 a eu des baisses d'attention sur certaines rétroactions, mais pas pour les vidéos d'animation.

Aucune personne participante n'a mentionné avoir porté plus attention aux activités de réflexions ou de lectures, alors que ces types d'activités ont obtenu des indices d'attention assez élevés, surtout en EEG. P017 a toutefois indiqué que les activités de lecture avaient été plus exigeantes, mais que son attention était plus faible : « C'était plus difficile un peu. J'étais moins concentré à lire qu'à regarder ».

Aucune personne participante n'a mentionné que les titres avaient attiré l'attention, ce qui était cohérent avec les données quantitatives obtenues et ce qui était attendu. Par ailleurs, aucune personne participante

n’a mentionné les rétroactions, alors que plusieurs ont réagi physiquement ou même oralement lorsqu’ils ou elles obtenaient une mauvaise réponse à une question.

4.2.3 La validation de l’hypothèse 1

En résumé, comme on a pu l’observer dans la section [4.2](#), l’hypothèse voulant que *L’attention mesurée sera globalement plus élevée durant les activités où le niveau d’engagement cognitif anticipé est élevé que dans les activités où le niveau d’engagement cognitif anticipé est faible* a été en partie soutenue. D’un côté, pour que l’hypothèse ait été pleinement soutenue, il aurait fallu que les activités dont le niveau d’engagement attendu était élevé (exercices, rétroactions) aient obtenu un indice d’attention élevé et que les activités dont l’indice d’engagement attendu était faible (titre, lectures passives) aient obtenu un indice d’attention faible. De l’autre côté, pour que l’hypothèse ait été pleinement rejetée, il aurait fallu qu’aucun type d’activité n’ait obtenu un indice d’attention cohérent avec le niveau d’engagement attendu. Or, dans les résultats obtenus, les exercices sont arrivés en tête des activités seulement pour la variance de l’indice d’attention mesuré par EEG. Par contre, les titres ont obtenu un indice d’attention faible, et ce, pour l’ensemble des indices d’attention. Le [tableau 24](#) montre clairement que l’ordre attendu n’a été respecté que partiellement pour chacun des indices d’attention.

De plus, les données qualitatives ont corroboré les résultats quantitatifs, c’est-à-dire que les exercices n’ont pas attiré l’attention plus que les autres activités et les titres n’ont attiré l’attention d’aucune personne participante. Le tableau 26 résume la validation de l’hypothèse pour chacun des indices d’attention. On y voit que l’hypothèse a été partiellement soutenue pour chacun des indices d’attention calculés.

Tableau 26 — Résumé de la validation de l’hypothèse 1

Indice d’attention	Validation de l’hypothèse
Moyenne de l’indice d’attention mesuré par EEG	Partiellement soutenue
Variance de l’indice d’attention mesuré par EEG	Partiellement soutenue
Moyenne de l’indice d’attention mesuré par pupillométrie	Partiellement soutenue
Variance de l’indice d’attention mesuré par pupillométrie	Partiellement soutenue

4.3 Les liens entre l'attention et les connaissances (OS2)

Le deuxième objectif spécifique de l'étude visait à **déterminer comment l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone en contexte de travail**, pour lequel l'hypothèse 2 a été émise : *L'acquisition et la rétention des connaissances seront plus importantes pour les personnes qui ont le plus porté attention aux contenus d'apprentissage*. Pour valider cette hypothèse, des corrélations ont été calculées entre les indices d'attention et les changements globaux de connaissances. Ensuite, des corrélations ont été calculées entre les indices d'attention et les changements de connaissances pour chacun des objectifs d'apprentissages. Puis, des analyses complémentaires ont été effectuées sur certains facteurs qui auraient pu influencer le changement de connaissances.

4.3.1 Les corrélations entre les indices d'attention et les changements globaux de connaissances

Pour déterminer les liens entre les indices d'attention et les changements globaux de connaissances, les tests de Pearson ont été utilisés étant donné que les variables étaient distribuées normalement (Field, 2024). Dans le tableau 27, on peut voir qu'il n'existait pas de liens significatifs entre le changement global de connaissances de la phase 1 à la phase 2 et la moyenne de l'indice d'attention mesuré par l'EEG, $r = -,27$, $p = ,263$, la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, $r = -,18$, $p = ,466$, la moyenne du diamètre des pupilles, $r = -,18$, $p = ,456$, ou la variance du diamètre des pupilles, $r = -,28$, $p = ,241$. De même, aucun lien significatif n'a été trouvé entre le changement global de connaissances de la phase 1 à la phase 3 et la moyenne de l'indice d'attention mesuré par l'EEG, $r = -,34$, $p = ,152$, la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, $r = -,24$, $p = ,314$, la moyenne du diamètre des pupilles, $r = -,14$, $p = ,559$, ou la variance du diamètre des pupilles, $r = -,23$, $p = ,335$. Ainsi, il n'a pas été possible d'affirmer que les personnes participantes ayant porté le plus attention aux contenus de formation étaient celles qui ont le plus retenu de connaissances globalement après avoir participé à la formation.

Tableau 27 — Corrélations entre les indices d'attention et le changement global de connaissances

Variables		Changement de connaissances		Indice d'attention mesuré par EEG ^a		Indice d'attention mesuré par pupillométrie ^b	
		Phase 1 à phase 2	Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement de connaissances	Phase 1 à phase 2	--					
	Phase 1 à phase 3	,773**	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,270	-,342	--			
	Variance	-,178	-,244	,754**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,177	-,139	-,092	-,104	--	
	Variance	-,275	-,227	,264	,241	-,059	--

Note. ^a N = 19. ^b N = 19. ** p < ,01.

4.3.2 Les corrélations entre les indices d'attention et les changements de connaissances par objectif d'apprentissage

Étant donné que les changements de connaissances variaient notablement pour chacun des objectifs d'apprentissage, des corrélations ont été calculées entre chacun des indices d'attention et les changements de connaissances par objectif d'apprentissage.

Premièrement, des corrélations non paramétriques ont été calculées entre les indices d'attention et les changements de connaissances pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement de travail*. Aucun lien significatif n'a été trouvé entre les indices d'attention et les changements de connaissances, comme on peut le voir dans le tableau 28.

Tableau 28 — Corrélations de Spearman pour l'objectif *Analyser l'environnement*

Variables		Changement de connaissances		Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 2	Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement de connaissances	Phase 1 à phase 2	--					
	Phase 1 à phase 3	,634**	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,194	,175	--			
	Variance	-,433	,004	,812**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,230	-,069	-,014	-,061	--	
	Variance	,070	,192	,295	,205	,349	--

** $p < ,01$.

Deuxièmement, des corrélations paramétriques ont été calculées pour l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention*, étant donné que ces variables étaient toutes distribuées normalement. Pour cet objectif d'apprentissage, le tableau 29 montre une corrélation significative négative entre la variance du diamètre des pupilles et le changement de connaissances entre la phase 1 et la phase 2, $r = -,464$, $p = ,039$. Autrement dit, pour trois des quatre indices d'attention, il n'a pas été possible de lier l'attention des personnes participantes à une acquisition ou à une rétention de connaissances. Toutefois, le diamètre des pupilles des personnes a le moins varié pour les personnes qui ont le plus acquis de connaissances.

Tableau 29 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention*

Variables		Changement de connaissances		Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 2	Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement de connaissances	Phase 1 à phase 2	--					
	Phase 1 à phase 3	,799**	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,306	-,294	--			
	Variance	-,225	-,332	,728**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,132	,017	-,105	-,130	--	
	Variance	-,464*	-,430	-,265	,155	-,071	--

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Troisièmement, comme on peut le voir dans le tableau 30, aucun lien significatif n'a été trouvé entre les indices d'attention et les changements de connaissances pour l'objectif d'apprentissage *Planifier le travail*, tel que calculé par des corrélations non paramétriques.

Tableau 30 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Planifier le travail*

Variables		Changement de connaissances		Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 2	Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement de connaissances	Phase 1 à phase 2	--					
	Phase 1 à phase 3	,088	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	,237	,002	--			
	Variance	,204	-,210	,837**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	,060	-,378	-,281	-,246	--	
	Variance	,209	-,008	,207	,140	,325	--

** $p < ,01$.

Finalement, des corrélations non paramétriques calculées pour l'objectif d'apprentissage *Discuter de situation de manutention* n'ont mis en évidence aucun lien significatif entre les indices d'attention et les changements de connaissances, tel que le montre le tableau 31.

Tableau 31 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Discuter de situation de manutention*

Variables		Changement de connaissances		Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 2	Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement de connaissances	Phase 1 à phase 2	--					
	Phase 1 à phase 3	,838**	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,129	-,296	--			
	Variance	-,301	-,385	,719**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	,029	,230	-,107	-,098	--	
	Variance	-,405	-,333	,304	-,244	,335	--

** $p < ,01$.

En résumé, le seul lien significatif trouvé entre les indices d'attention et l'acquisition ou la rétention de connaissances pour chacun des objectifs d'apprentissage a montré que plus une personne portait attention au contenu dans la formation, moins le diamètre de sa pupille variait.

4.3.3 Le croisement avec les données qualitatives

Ces résultats concordaient avec les propos recueillis lors des entretiens. En effet, bien que toutes les personnes participantes rencontrées aient pu nommer des apprentissages réalisés dans la formation, peu d'entre elles ont établi des liens entre l'acquisition de connaissances et l'attention qu'elles avaient portée aux contenus. Bref, les apprentissages nommés n'étaient pas nécessairement liés aux contenus pour lesquels l'attention a été la plus élevée.

Les contenus le plus souvent évoqués dans les entretiens en lien avec l'attention portée à la formation concernaient les techniques de manutention. Pourtant, en examinant les figures [20](#), [21](#), [22](#) et [23](#) à la

section [4.1.1](#), on constate que l'attention n'était pas plus élevée pour cet objectif d'apprentissage que pour les autres. Par exemple : « Ce que je me souviens à chaque fois, même en dehors du travail, c'est la balance et les pivots de pied quand il faut soulever quelque chose de lourd » (P004), « Essayer de faire glisser [les caisses] jusqu'à ce que tu ne puisses plus, pour éviter de forcer » (P005) et « Vu que je peux en [les caisses] prendre beaucoup par jour, ça, j'y ai porté beaucoup plus attention. J'ai porté moins attention quand c'était pour le déplacement » (P011). Les contenus en lien avec la planification du travail ont également été nommés par plusieurs manutentionnaires. Par exemple : « Il y a aussi la méthode de travail. Ils disaient de monter par le milieu. Moi, je me faisais un beau fond. Quand ça arrivait au milieu de la palette, à la hauteur mi-bras, je commençais à monter de l'intérieur vers l'extérieur » (P008).

Cependant, même si elles pouvaient nommer des apprentissages, certaines personnes participantes ne considéraient pas avoir acquis de nouvelles connaissances, car elles estimaient que la formation n'avait fait que réactiver des connaissances antérieures : « Pas grand-chose de nouveau. C'était vraiment plus un rafraîchissement de la première formation qu'ils nous avaient montrée » (P011). Dans ce cas, c'était la conception même de la notion d'apprentissage qui était en jeu « Moi, quand tu me dis que t'apprends quelque chose, c'est quelque chose que je ne connais pas, que je ne sais pas » (P005).

De manière globale, P006 a indiqué que c'était son intérêt pour le contenu qui a influencé son attention et son apprentissage, plutôt que la modalité de la formation : « que ce soit formation en ligne ou formation en présentiel avec un formateur, ce qui est plus important c'est l'intérêt. Si on n'a pas l'intérêt, peu importe ce qui est devant moi, ça va passer et après ça sera parti. »

4.3.4 La validation de l'hypothèse 2

Les résultats quantitatifs présentés dans les sections [4.3.1](#) et [4.3.2](#) n'ont pas permis de soutenir l'hypothèse 2, formulée ainsi : *L'acquisition et la rétention des connaissances seront plus importantes pour les personnes qui ont le plus porté attention aux contenus d'apprentissage*. En effet, les personnes participantes ayant porté le plus attention aux contenus de formation n'étaient pas nécessairement celles qui avaient globalement le plus retenu de connaissances après la formation. De même, aucune corrélation positive et significative n'a été trouvée entre les indices d'attention et les changements de connaissances pour chacun des objectifs d'apprentissage. De plus, les résultats qualitatifs ont corroboré les résultats quantitatifs, les personnes participantes n'ayant pas pu établir de liens clairs entre les activités dont elles se sont souvenues dans la formation et les apprentissages réalisés.

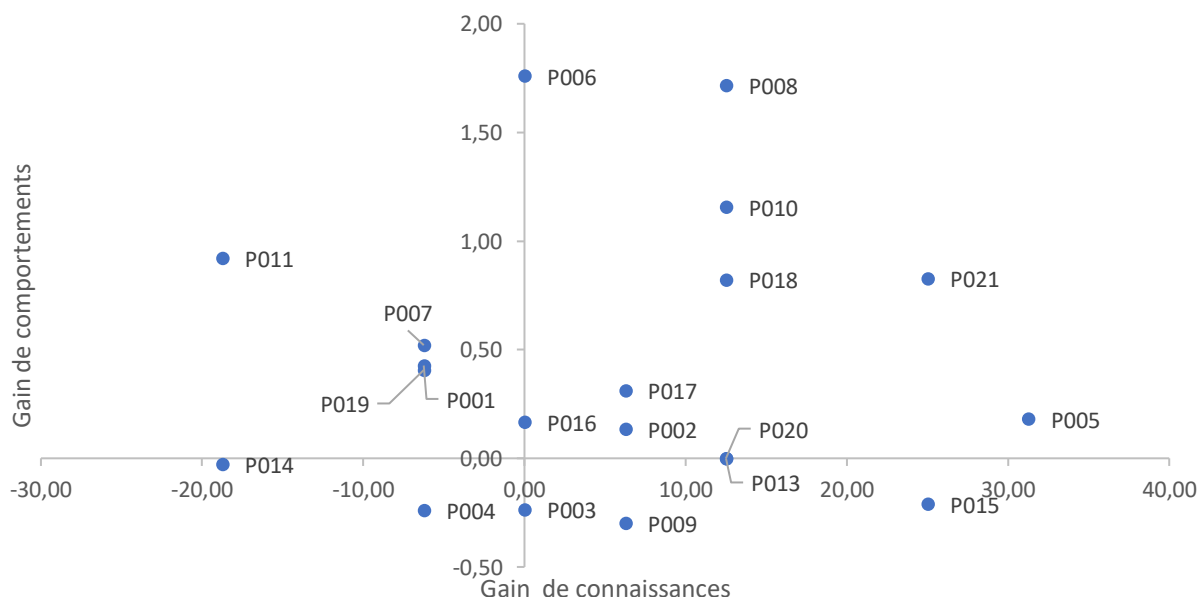
4.4 Les liens entre la rétention de connaissances et le transfert des apprentissages (OS3)

Le troisième objectif spécifique de cette étude visait à **déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages**. L'hypothèse 3, émise en lien avec cet objectif, était la suivante : *les personnes qui auront retenu le plus de connaissance seront celles qui transféreront le plus leurs apprentissages en milieu de travail*. Cette hypothèse a également été testée en deux temps à l'aide de tests de Spearman, ces données n'étant pas distribuées normalement (Field, 2024). La relation entre le changement global de comportements et le changement global de connaissances a d'abord été vérifiée, suivie de la relation entre les changements de comportements et les changements de connaissances pour chacun des objectifs d'apprentissage.

4.4.1 Les corrélations entre le changement global de connaissances et le transfert des apprentissages

Les analyses statistiques non paramétriques ont révélé qu'il n'existait pas de corrélation entre le changement global de connaissances de la phase 1 à la phase 3 ($M = 5,00$, $ET = 13,54$) et le transfert des apprentissages global (changement de comportements) de la phase 1 à la phase 3 ($M = ,09$, $ET = 0,14$), $r = ,02$, $p = ,931$. Ainsi, les personnes qui ont le plus transféré d'apprentissage n'étaient pas nécessairement les personnes qui ont retenu le plus de connaissances. La figure 33 illustre cette absence de corrélation.

Figure 33 — Liens entre les changements globaux de comportements et de connaissances



L'absence de corrélation entre les changements de connaissances et les changements de comportements est également visible dans le tableau 32. Les personnes reçues en entretien sont identifiées par un astérisque.

Tableau 32 — Changements de connaissances et de comportements

Participant	Changement entre la phase 1 et la phase 3	
	Connaissances (brut)	Comportement (Performance) (relatif)
P014	-18,75	-,07
P011*	-18,75	,20
P004*	-6,25	,02
P001	-6,25	,10
P007	-6,25	,06
P019*	-6,25	-,03
P006*	,00	,41
P003	,00	-,18
P016	,00	,08
P002	6,25	-,01
P009*	6,25	-,02
P017*	6,25	,10
P008*	12,50	,36
P010	12,50	,29
P013	12,50	,00
P018	12,50	,54
P020	12,50	-,02
P015*	25,00	-,01
P021*	25,00	,03
P005*	31,25	,06

* = Personnes reçues en entretien

Le tableau 33 présente la distribution des dix personnes reçues en entretien en fonction de neuf cas de figure. Que ce soit pour un changement de comportements négatif, neutre ou positif, certaines personnes participantes ont obtenu un changement de connaissances positif, neutre et également négatif.

Tableau 33 — Distribution des personnes participantes en neuf cas de figure

Variable		Changement de comportements entre la phase 1 et la phase 3		
		Négatif	Neutre	Positif
Changement de connaissances entre la phase 1 et la phase 3	Négatif	P004	P019	P011
	Neutre	P009	P017	P006
	Positif	P015	P005	P021 et P008

4.4.2 Les corrélations entre les changements de connaissances et les changements de comportements par objectif d'apprentissage

Les analyses n'ont pas mis en évidence de corrélations significatives entre le changement de connaissances et le changement de comportements pour chacun des objectifs d'apprentissage, comme le montre le tableau 34. Par conséquent, le lien entre le transfert des apprentissages et la rétention de connaissances n'a pas pu être analysé de manière plus détaillée.

Tableau 34 — Corrélations de Spearman entre le changement de connaissances et le changement de comportements pour chacun des objectifs d'apprentissage

Objectif d'apprentissage	Changement relatif de comportements (performance) vs changement de connaissances
Analyser l'environnement	-,232
Appliquer les principes	,076
Planifier le travail	-,178
Discuter de manutention	,138

Note. N = 20.

4.4.3 Le croisement des données qualitatives

Les résultats quantitatifs contrastaient avec les résultats qualitatifs. En effet, lors des entretiens, la très grande majorité des personnes participantes ont fait un lien entre ce qu'elles ont appris dans la formation et le changement de leurs comportements. Par exemple P005 a affirmé : « Oui, à prendre des caisses lourdes [...] j'avais tendance à ne pas faire attention à comment j'étais placée, puis à juste les garrocher. Mais là, je fais vraiment plus attention à bien me placer, puis à éviter de trop trainer la charge avec moi ». De son côté, P008 a dit « J'avais toujours tendance à changer mes boîtes de place. Ça, c'était une perte de temps pour moi. Depuis que j'ai eu cette formation-là, je les laisse là. », tandis que P015 a dit « Souvent,

j'étais bien loin, puis j'y allais pareil. Ça m'occasionnait beaucoup de marche aller-retour. Surtout, s'il y en a plusieurs. Là, astheure, j'attends même s'il y a quelqu'un. Je vais plus proche. À moins que tu voies que tu perds du temps. Mais oui, je me positionne mieux ». Par ailleurs, P006 a expliqué :

« Avant, je devais rentrer dans le travail fortement, porter la charge, marcher longtemps pour déposer sur la palette. Maintenant, je prends plus le temps de glisser la boîte sur la palette, jusqu'au niveau où je ne peux plus glisser. Et puis, je fais juste un transfert de poids rapidement pour déposer sur la palette. Ça va plus vite, ça me fait moins de temps avec la charge dans ma main. Donc, diminuer le temps où je prends le poids dans ma main, c'est quelque chose que j'ai vu dans la formation et que j'ai appris. »

Toutefois, les personnes participantes ont mentionné devoir adapter les connaissances acquises afin de les mettre en application dans le milieu de travail, principalement les contenus en lien avec l'objectif d'apprentissage *Planifier le travail*. Par exemple, P004 a dit glisser les caisses au sol au lieu de déplacer son transpalette quand il était nécessaire d'aller chercher des caisses d'un côté et de l'autre de l'allée parce que cette méthode était plus rapide, tout en évitant de garder la charge dans les mains longtemps. De son côté, P005 a également dit ne pas toujours positionner son transpalette comme mentionné dans le cours, mais plutôt à cause de la présence de collègues dans les allées. En collant son transpalette plus près des casiers que ce qui était recommandé dans la formation, l'allée est plus dégagée, permettant aux collègues de passer à côté du transpalette afin de se rendre à leur emplacement de pige.

4.4.4 La validation de l'hypothèse 3

Les données présentées dans les sections [4.4.1](#) et [4.4.2](#) n'ont pas permis de conclure que *les personnes qui auront retenu le plus de connaissance seront celles qui transféreront le plus leurs apprentissages en milieu de travail*, que ce soit globalement pour l'ensemble de la formation ou par objectif d'apprentissage. L'hypothèse 3 a donc été infirmée. Cependant, les données qualitatives contredisaient les données quantitatives, soulignant l'importance de la triangulation des données pour des phénomènes aussi complexes que l'apprentissage en milieu de travail. Les causes possibles de cette divergence dans les résultats seront discutées à la section [5.7](#).

4.5 Les liens entre l'attention et le transfert des apprentissages (OS4)

Le dernier et principal objectif spécifique de cette étude cherchait à **déterminer comment l'attention portée aux activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone influence le transfert des apprentissages**. Conséquemment, l'hypothèse 4, formulée en lien avec cet objectif, était la suivante : *Le*

transfert des apprentissages sera plus important pour les personnes ayant porté une plus grande attention à l'ensemble de la formation que pour les personnes ayant porté moins attention à l'ensemble de la formation. Pour vérifier cette hypothèse, la relation entre l'attention et le transfert des apprentissages a été calculée à l'aide du coefficient de Spearman, car les variables comportementales n'étaient pas normalement distribuées (Field, 2024). Dans un premier temps, la relation entre le changement global de comportements et l'attention globale à la formation a été examinée. Ensuite, la relation entre le changement de comportements et l'attention à la formation a été analysée pour chacun des objectifs d'apprentissage.

4.5.1 Les corrélations entre l'attention et le transfert global des apprentissages

Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre le transfert global des apprentissages et la moyenne de l'indice d'attention mesurée par EEG, $r = -,39$, $p = ,101$, la variance de l'indice d'attention mesurée par EEG, $r = -,37$, $p = ,121$, la moyenne du diamètre des pupilles, $r = ,07$, $p = ,772$ et la variance du diamètre des pupilles $r = ,27$, $p = ,254$, comme le présente le tableau 35. En d'autres termes, il n'a pas été possible de conclure à l'existence d'un lien entre l'attention que les personnes participantes ont portée à la formation et leur transfert des apprentissages en milieu de travail.

Tableau 35 — Corrélations entre le transfert des apprentissages et les indices d'attention

Variables		Changement relatif global de comportements	Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement relatif global de comportements	Phase 1 à phase 3	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,388	--			
	Variance	-,368	,863**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	,069	-,142	-,205	--	
	Variance	,268	,251	,228	,340	--

** $p < ,001$

4.5.2 Les corrélations entre l'attention et le transfert des apprentissages pour chaque objectif d'apprentissage

Trois corrélations significatives, chacune négative, ont été trouvées entre les changements de comportements (performance) et les indices d'attention lorsqu'elles ont été détaillées pour chacun des objectifs d'apprentissages. Tout d'abord, à la lecture du tableau 36, la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG était significativement liée au changement de comportements pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement*, $r = -,473$, $p = ,041$. Autrement dit, les personnes qui ont le plus modifié leurs comportements étaient celles pour lesquelles l'indice d'attention mesuré par EEG a le moins varié.

Tableau 36 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement*

Variables		Changement relatif de comportements	Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement relatif de comportements	Phase 1 à phase 3	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,338	--			
	Variance	-,473*	,812**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,161	-,014	-,061	--	
	Variance	-,286	,295	,205	,349	--

** $p < ,001$

Ensuite, deux corrélations significatives ont été trouvées pour le changement de comportements en lien avec l'objectif d'apprentissage *Planifier le travail*, l'une avec la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG, $r = -,566$, $p = ,012$ et l'autre avec la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, $r = -,562$, $p = ,012$, comme le montre le tableau 37. Étant toutes deux négatives, ces corrélations semblaient indiquer que plus une personne a porté attention à une section de la formation, plus elle a éprouvé de la difficulté à appliquer les comportements mis de l'avant dans cette section.

Tableau 37 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Planifier le travail*

Variables		Changement relatif de comportements	Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement relatif de comportements	Phase 1 à phase 3	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,566*	--			
	Variance	-,562*	,837**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,241	-,281	,325	--	
	Variance	-,026	-,207	-,119	,030	--

* $p < ,05$. ** $p < ,001$

Par ailleurs, il n'existait aucune corrélation significative entre l'attention et le changement de comportements pour l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention*, comme on peut le voir dans le tableau 38.

Tableau 38 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention*

Variables		Changement relatif de comportements	Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement relatif de comportements	Phase 1 à phase 3	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,185	--			
	Variance	-,344	,877**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,191	-,149	-,200	--	
	Variance	-,029	-,174	,204	,266	--

** $p < ,001$

Finalement, il n'existait aucune corrélation significative entre l'attention et le changement de comportements pour l'objectif d'apprentissage *Discuter de manutention*, comme on peut le voir dans le tableau 39.

Tableau 39 — Corrélations de Spearman pour l'objectif d'apprentissage *Discuter de manutention*

Variables		Changement relatif de comportements	Indice d'attention mesuré par EEG		Indice d'attention mesuré par pupillométrie	
		Phase 1 à phase 3	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Changement relatif de comportements	Phase 1 à phase 3	--				
Indice d'attention mesuré par EEG	Moyenne	-,181	--			
	Variance	-,285	,719**	--		
Indice d'attention mesuré par pupillométrie	Moyenne	-,148	-,107	-,098	--	
	Variance	,198	-,304	,244	,335	--

** $p < ,001$

En conclusion pour cette section, les seules corrélations significatives trouvées entre l'attention et la modification de comportements ont révélé que plus une personne avait porté attention à un contenu de la formation, moins elle avait modifié ses comportements en lien avec ce contenu.

4.5.3 Le croisement avec les données qualitatives

Ce résultat concordait avec les propos recueillis dans les entretiens. En effet, le lien entre l'attention portée au contenu de la formation et le changement de comportements était plutôt difficile à établir pour la majorité des personnes participantes. Par exemple, P005 a commencé par dire « Qu'est-ce qui a le plus marqué mon attention? Rien en particulier... », mais lorsque confrontée à sa réponse, la personne a poursuivi avec « Ben mettons, de faire glisser les caisses au lieu de forcer ». De plus, P005 a mentionné que ce sont les questionnaires prétests et posttests qui l'avaient amené à réfléchir à sa pratique, plus que les contenus du cours : « Peut-être dans les questions et les formulaires... Je me suis vraiment mis à me poser des questions. Est-ce que ça, je le fais? [...] Sur le coup, je me disais, je remarque-tu ça? Bien oui, mais c'est juste tellement vite qu'on ne s'en rend pas compte ».

Par ailleurs, P011 a réussi à établir un lien :

« Des fois, il y a quelques passes où j'ai porté plus attention, parce que dans l'entrepôt, je fais plus ça. [...] Comme les boîtes, vue que je peux en prendre beaucoup par jour, j'ai porté beaucoup plus attention. J'ai porté moins attention quand c'était vraiment pour le déplacement. »

4.5.4 La validation de l'hypothèse 4

L'hypothèse selon laquelle *le transfert des apprentissages serait plus important pour les personnes ayant porté une plus grande attention à l'ensemble de la formation que pour les personnes ayant porté moins attention à l'ensemble de la formation* a été vérifiée en deux temps et n'a pas été soutenue. En effet, aucune corrélation entre les indices d'attention et le changement global de comportements n'a été trouvée. De plus, lorsque les liens entre l'attention et le changement de comportements ont été analysés pour chacun des objectifs d'apprentissage, les trois corrélations significatives trouvées étaient toutes négatives. Ces résultats suggéraient que plus une personne a porté attention à un contenu, moins elle a été en mesure d'améliorer son comportement en lien avec ce contenu. Les résultats qualitatifs ont appuyé les résultats quantitatifs. En effet, les personnes participantes ont eu du mal à établir des liens entre l'attention qu'elles ont portée aux contenus de formation et leurs changements de comportements après la formation.

4.6 La synthèse des résultats

En résumé, seule l'hypothèse liée au premier objectif spécifique de recherche a été partiellement soutenue. L'analyse de l'ordonnancement des activités d'apprentissage en fonction de chacun des indices d'attention a montré que l'attention était plus élevée pour certaines activités présentant un niveau d'engagement anticipé élevé. Toutefois, cette tendance ne s'est pas vérifiée pour tous les indices d'attention. Par exemple, il était attendu que les exercices et les rétroactions suscitent une attention accrue, ce qui a été confirmé uniquement pour la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG. De même, les titres devaient générer un plus faible indice d'attention, ce qui a été observé pour trois mesures des quatre mesures, mais non pour la variance de l'indice d'attention mesuré par pupillométrie.

Les résultats obtenus n'ont pas permis de soutenir les trois autres hypothèses. Ainsi, il n'a pas été possible d'établir de corrélations significatives entre l'attention portée aux contenus d'apprentissage et l'acquisition et la rétention de connaissances. De même, aucun lien net n'a pu être établi entre la rétention de connaissances et le transfert des apprentissages. Enfin, les résultats n'ont pas validé l'hypothèse selon laquelle l'attention portée à des activités dans une formation en ligne asynchrone soutiendrait le transfert des apprentissages.

Le tableau 40 résume la validation des quatre hypothèses. Plusieurs pistes pouvant expliquer ces résultats, telles que la nature de l'échantillon ainsi que le niveau de connaissances antérieures des personnes participantes, seront discutées dans le chapitre 5.

Tableau 40 — Synthèse des objectifs spécifiques et des hypothèses de recherche

Objectif spécifique	Hypothèse	Validation de l'hypothèse
OS1 : Déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail	H1 : L'attention mesurée sera globalement plus élevée durant les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est élevé que dans les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est faible	Partiellement soutenue
OS2 : Déterminer si l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone	H2 : L'acquisition et la rétention des connaissances seront plus importantes pour les personnes qui ont le plus porté attention aux contenus d'apprentissage	Non soutenue
OS3 : Déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages	H3 : Les personnes qui auront retenu le plus de connaissance seront celles qui transféreront le plus leurs apprentissages en milieu de travail	Non soutenue
OS4 : Déterminer si l'attention portée aux activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone influence le transfert des apprentissages	H4 : Le transfert des apprentissages sera plus important pour les personnes ayant porté une plus grande attention à l'ensemble de la formation que pour les personnes ayant porté moins attention à l'ensemble de la formation	Non soutenue

CHAPITRE 5

DISCUSSION

L'analyse et l'interprétation des résultats obtenus constituent des étapes cruciales pour comprendre les raisons sous-jacentes aux observations faites lors d'une étude scientifique. Ce chapitre vise à confronter les résultats obtenus aux éléments du cadre théorique et à explorer plus en profondeur la littérature existante pour expliquer pourquoi certaines hypothèses n'ont pas été soutenues. Cette démarche permet de situer les résultats dans un contexte plus large et d'en tirer des conclusions pertinentes pour la pratique et la recherche future.

L'objectif général de cette étude visait à explorer les liens existants entre l'attention, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages dans un contexte de formation en ligne asynchrone en milieu de travail. Quatre objectifs spécifiques ont découlé de cet objectif général :

- OS1. Déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail
- OS2. Déterminer si l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone
- OS3. Déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages
- OS4. Déterminer si l'attention portée aux activités d'apprentissage dans une formation en ligne asynchrone influence le transfert des apprentissages

Pour atteindre ces objectifs, un devis de recherche mixte a été élaboré, incluant la cueillette de données neurophysiologiques d'attention, des données quantitatives de connaissances et de transfert des apprentissages. Des données qualitatives ont également été recueillies afin de nuancer les données quantitatives recueillies, ce qui s'est avéré utile étant donné le caractère novateur et exploratoire de l'étude.

Dans cette discussion, les principaux résultats obtenus seront mis en relation avec les modèles décrits dans le cadre théorique. D'abord, quatre conclusions en lien avec les analyses descriptives et préalables des données d'attention, de connaissances et de comportements seront discutées dans les sections 5.1 à 5.4.

Ensuite, des pistes d'explication en lien avec les résultats pour chacune des hypothèses seront présentées dans les sections 5.5 à 5.8.

La section 5.9 présentera les forces et les limites de l'étude, en discutant des aspects méthodologiques qui ont renforcé la validité et la fiabilité des résultats, ainsi que des contraintes et des défis rencontrés au cours de l'étude. Les implications des résultats obtenus pour les pratiques en formation en milieu de travail seront avancées à la section 5.10, où des retombées possibles des connaissances issues de cette étude pour les milieux organisationnels et éducatifs seront présentées. Enfin, le chapitre se conclura à la section 5.11 sur des pistes de recherche futures, qui proposeront des directions pour les études ultérieures afin de continuer à approfondir la compréhension des liens entre l'attention, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages.

5.1 Le maintien de l'attention dans une formation en ligne asynchrone

Un mythe persistant en formation suggère que les personnes participant à une formation en ligne ne peuvent maintenir leur attention plus de six minutes, voire huit secondes. Le mythe des six minutes découle d'une interprétation erronée d'une étude fréquemment citée (plus de 3 000 fois selon Google Scholar) menée par Guo *et al.* (2014), qui ont analysé l'engagement envers des vidéos publiées dans des cours en ligne ouverts à tous (*Massive Open Online Course* ou MOOC). Afin d'identifier les formats vidéos favorisant le plus l'apprentissage, ces auteurs ont comparé le temps de visionnement ainsi que les tentatives de résolution d'exercices pour six types de vidéo :

- présentation PowerPoint avec une narration hors champ;
- vidéo de démonstration montrant du code étant écrit par la personne formatrice;
- vidéo plein écran montrant la personne formatrice écrivant sur une tablette digitale;
- vidéo d'une présentation en salle de classe;
- vidéo filmée en studio sans audience;
- vidéo de la personne formatrice assise à son bureau.

L'équipe de recherche a conclu, entre autres, que pour maintenir l'engagement des personnes participantes, la conception pédagogique devait être soigneusement planifiée afin que les vidéos ne dépassent pas six minutes. Toutefois, il importe de souligner que la modalité étudiée était passive dans tous les cas, c'est-à-dire que la mesure de l'engagement des personnes apprenantes portait uniquement

sur la portion vidéo du cours et non sur l'ensemble de l'expérience d'apprentissage. Par conséquent, les conclusions de cette étude ne peuvent être généralisées à l'ensemble des activités proposées dans une formation en ligne asynchrone. Il serait donc inexact d'affirmer que l'attention décroît systématiquement après quelques minutes ou qu'une formation asynchrone ne peut dépasser six minutes. Cela dit, dans cette modalité, il demeure nécessaire de s'assurer que les contenus soient pertinents, bien structurés et concis (Heydari *et al.*, 2019). Bref, il convient d'aller à l'essentiel, tout en tenant compte des objectifs personnels des personnes participantes, ceux-ci influençant directement l'attention (Rouet et Britt, 2011; Shell *et al.*, 2010).

Le mythe des huit secondes, souvent comparé à la supposée capacité attentionnelle du poisson rouge, provient d'une étude commandée par Microsoft portant sur la réalisation de tâches sur différents types d'écrans (Gausby, 2015) qui a été popularisée par le *Time Magazine* (McSpadden, 2015). Ce mythe, tout comme celui des 10 à 15 minutes pour les présentations, a largement été réfuté tant par des personnes chercheuses (p. ex. Bradbury, 2016; Subramanian, 2018; Wilson et Korn, 2007; Zvacek, 2021), que par des personnes praticiennes rigoureuses (p. ex. Schwabish, 2016; Shank, 2017; Snow, 2023).

La mesure de l'attention réelle dans le contexte d'une formation en milieu de travail se révèle complexe. Néanmoins, cette étude doctorale a tenté de relever ce défi en mesurant l'attention en continu dans une formation en ligne asynchrone à l'aide de données neurophysiologiques. Les résultats obtenus indiquent qu'il est possible de maintenir un niveau d'attention relativement stable tout au long d'une formation asynchrone, sans chute marquée après huit secondes, six minutes ou même dix minutes. En effet, les indices d'attention mesurés par EEG (figures [20](#) et [21](#) à la section [4.1.1.1](#)) ainsi que par pupillométrie (figures [22](#) et [23](#), à la section [4.1.1.1](#)) n'ont pas montré de diminution significative au fil du temps, mais ont plutôt varié en fonction des différents types d'activités. Ces résultats sont cohérents avec les études sur l'attention en contexte de présentations magistrales, qui soulignent que ce n'est pas tant la modalité qui influence l'attention que la manière dont le contenu est présenté (Bradbury, 2016), l'intérêt envers le sujet ainsi que la diversité des types d'activités (Young *et al.*, 2009). La section [5.5](#) approfondira ces variations attentionnelles selon les différents types d'activités.

5.2 La multidimensionnalité de l'attention

Un autre résultat notable concernant l'attention réside dans l'absence de corrélations significatives entre les quatre indices d'attention mesurés. Pour rappel, le [tableau 12](#) indique que seules la moyenne et la

variance de l'indice d'attention mesuré par EEG varient dans le même sens. Cette absence de corrélation pourrait s'expliquer par la nature distincte des données collectées. La pupillométrie, en tant que mesure indirecte de l'attention, infère le niveau d'attention à partir de signes physiologiques observables (Graham *et al.*, 2022). De son côté, l'EEG est considéré comme une mesure directe de l'attention, enregistrant l'activité cérébrale (Dion et Vidal, 2017). Reconnue pour sa sensibilité aux fluctuations spontanées de l'état fonctionnel du cerveau, l'EEG permet d'explorer des mécanismes souvent inaccessibles à l'introspection ou à l'observation comportementale (Pizzagalli, 2007). Toutefois, les connaissances actuelles ne permettent pas de circonscrire avec précision le type d'attention que l'EEG ou la pupillométrie permet d'inférer, ce qui complique l'interprétation des résultats.

Ces deux méthodes possèdent des limites spécifiques. La pupillométrie se révèle sensible aux variations lumineuses de l'environnement et aux états émotionnels des personnes participantes (Aksaray et Ozcelik, 2023; Mahanama *et al.*, 2022). L'EEG, quant à lui, se montre vulnérable aux artéfacts causés par les mouvements de la personne participante, notamment les contractions musculaires du visage (Dion et Vidal, 2017). Il est donc plausible que ces facteurs aient introduit du bruit dans les données, réduisant la force des corrélations entre les indices d'attention. De plus, bien que l'EEG soit largement utilisé dans des contextes de laboratoire avec des tâches cognitives standardisées (par exemple, des tâches avec des croix visuelles), les études menées en contexte authentique restent limitées. Cela soulève des questions quant à la validité écologique des mesures obtenues dans des environnements plus naturels.

Par ailleurs, cette étude visait à mesurer l'attention sélective, la vigilance ainsi que l'attention soutenue des personnes participantes plutôt que l'attention exécutive ou partagée (voir les dimensions de l'attention de Zomeran et Brouwer [2020] à la section [2.1.1](#)). Or, en sciences humaines, la littérature scientifique ne précise pas clairement quelle dimension de l'attention est mesurée par chaque instrument. Il pourrait donc être envisageable que la pupillométrie et l'EEG aient capté des aspects différents du phénomène de l'attention.

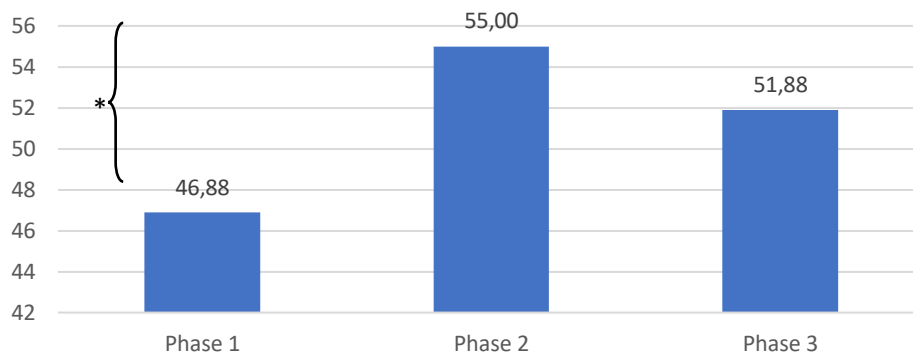
5.3 L'acquisition de connaissances dans une formation en ligne asynchrone

Les actions de formation visent à amener des personnes à acquérir des savoirs, savoir-faire et savoir-être transférables dans différents contextes professionnels (Noe, 2020; Rivard et Lauzier, 2023). L'apprentissage constitue un processus graduel, souvent représenté par une courbe où le niveau de connaissances augmente en fonction des efforts et de la pratique investis (Kotsis, 2023). Toutefois, à plus

long terme, la rétention de connaissances tend à diminuer, conformément à ce que les scientifiques désignent comme la courbe de l'oubli (Murre et Dros, 2015). En combinant ces courbes, on observe généralement un niveau de connaissance minimal avant une formation, un pic immédiatement après, suivi d'un déclin partiel quelque temps plus tard (Masson, 2020; Pusic *et al.*, 2012).

Dans cette étude, l'évolution observée des connaissances (acquisition et rétention) s'inscrit dans cette trajectoire attendue. Comme l'illustre la figure 34, qui reprend une partie des informations de la [figure 24](#), le niveau de connaissances global était plus élevé immédiatement après la formation, puis a diminué cinq semaines après la formation, en cohérence avec le phénomène de l'oubli.

Figure 34 — Évolution des connaissances



Cependant, le gain relatif de connaissances entre la phase 1 (prétest) et la phase 2 (posttest immédiat) s'est révélé plutôt modeste, avec une augmentation moyenne de seulement 8,12 %. Ce résultat est d'autant plus surprenant que le contenu de la formation présentait un niveau de complexité relativement faible et que les personnes participantes possédaient un niveau d'expérience relativement élevé avant la formation. Dans ce contexte, un gain plus substantiel, de l'ordre de 30 % à 50 % aurait pu être anticipé.

Une piste d'explication de ce résultat pourrait résider dans les caractéristiques individuelles des personnes apprenantes, notamment leur niveau de scolarité et de littératie. En effet, l'utilisation de questionnaires écrits a pu présenter un obstacle pour certaines personnes, en particulier celles ayant éprouvé de la difficulté à lire et à comprendre les questions et les choix de réponse. Il est donc possible que les résultats obtenus aux questionnaires de connaissances n'aient pas reflété fidèlement leur niveau de connaissances.

De manière générale, la compétence en littératie est corrélée au niveau de scolarité. Par exemple, la compréhension de texte varie de 20 % chez les personnes sans diplôme d'études secondaires à 74 % chez celles titulaires d'un diplôme universitaire (Desrosiers et Robitaille, 2006). Parmi les 20 personnes ayant participé à l'étude, cinq détenaient un diplôme d'études primaires, dix, un diplôme d'études secondaires (général ou professionnel) et cinq, un diplôme d'études postsecondaires (trois de niveau collégial et deux de niveau universitaire). Bien que les termes et la syntaxe des items du test de connaissances aient été validés par un formateur de l'organisation connaissant bien les capacités du personnel, quelques personnes participantes ont tout de même exprimé des doutes quant à la compréhension de certains termes, au point de se solliciter des clarifications auprès de l'étudiante-chercheuse.

La compétence en littératie aurait donc pu, en partie, expliquer pourquoi quatre personnes ont obtenu un score global de connaissance inférieur au posttest immédiat par rapport au prétest ($G_{P011} = -18,75$, $G_{P019} = -12,50$, $G_{P001} = -6,25$, $G_{P006} = -6,25$). Toutefois, un test Kruskal-Wallis n'a révélé aucune différence significative dans le changement global de connaissances entre la phase 1 et la phase 2 en fonction des trois niveaux de scolarité $\chi^2(2, N = 20) = 1,95$, $p = ,380$. Malgré ces résultats, les personnes reçues en entretien ont montré une motivation à apprendre et à améliorer leurs pratiques professionnelles, notamment pour éviter de se blesser. Ces résultats rejoignent ceux de Bates et Holton (2004), selon qui les personnes ayant un plus faible niveau de littératie reconnaissent l'utilité de la formation, mais éprouvent davantage de difficulté à transférer leurs apprentissages que leurs collègues ayant un niveau de littératie plus élevé.

5.4 Les limites de la modalité 100 % asynchrone pour le transfert des savoir-faire techniques

Dans cette étude, aucun changement global significatif de comportements n'a été observé entre le prétest et le posttest. Toutefois, des changements significatifs ont été relevés entre la phase 1 et la phase 3 pour les objectifs d'apprentissage *Analyser l'environnement de travail* et *Appliquer les principes de manutention*. Ces résultats indiquent qu'un certain transfert des apprentissages a bien eu lieu à la suite de la formation.

Une piste d'explication pour ces résultats réside dans la possibilité que la modalité de formation en ligne 100 % asynchrone ne s'avère pas la meilleure modalité de formation pour le développement de compétences techniques, telles que celles visées dans l'étude. Il convient de rappeler que le sujet de formation a été sélectionné en fonction des intentions de l'organisation hôte, qui prévoyait de le déployer exclusivement dans la modalité asynchrone plutôt qu'en présentiel.

La formation utilisée dans le cadre de cette étude a été conçue et intégrée en respectant, autant que possible, les principes éprouvés en matière de conception de formation en ligne asynchrone. Toutefois, dans le contexte d'une tâche à caractère technique, il est fort probable que la modalité de formation la plus appropriée soit une approche hybride, combinant des éléments en ligne et en présentiel. Comme le soulignent Hewett *et al.* (2016), Mubayrik (2018) et Reavley *et al.* (2021), cette modalité permet de tirer parti des avantages respectifs de la formation en ligne asynchrone et de la formation en présentiel, favorisant un apprentissage plus efficace. Plusieurs participants (P005, P009 et P015) ont d'ailleurs mentionné en entretien que l'un des principaux avantages de la formation résidait dans la possibilité d'avancer à leur propre rythme en accélérant ou ralentissant au besoin. Cet avantage s'est révélé particulièrement pertinent pour l'objectif d'apprentissage *Analyser l'environnement de travail*, qui implique une tâche plus cognitive. Les analyses post hoc ont mis en évidence une différence significative dans la performance entre le prétest et le posttest pour cet objectif ($W = 17,50, p = ,009$).

En ce qui concerne l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention* ($W = 27,00, p = ,019$), les contenus comprenaient des explications animées, des vidéos de démonstrations et des exercices se rapprochant le plus possible de la réalité du terrain. Les vidéos de démonstration ont d'ailleurs été les plus fréquemment citées comme étant particulièrement utiles à l'apprentissage, notamment en raison de leur fidélité à la réalité. C'est ce qu'a exprimé P021, qui a souligné que les vidéos ainsi que les images utilisées dans la formation avaient particulièrement retenu son attention. Selon P021, l'information présentée dans les vidéos était claire et plus facile à comprendre que du texte. Cette personne a également indiqué préférer les démonstrations vidéos aux démonstrations en personne, les jugeant plus détaillées et moins influencées par l'expérience subjective de la personne formatrice.

En revanche, il aurait été pertinent de compléter la formation asynchrone par un atelier pratique animé par une personne formatrice. Comme le mentionne P008 : « C'est sûr qu'un vrai formateur, tu peux poser tes questions tout de suite. En ligne, tu gardes tes questions et tu demandes à la personne qui te fait faire ta formation en ligne, en espérant que la personne a assez d'expérience pour te répondre ». Ce témoignage met en lumière l'importance de l'interaction humaine pour répondre aux besoins spécifiques des personnes apprenantes, en particulier dans des contextes techniques.

Les contenus en lien avec l'objectif d'apprentissage *Planifier le travail* auraient particulièrement bénéficié d'une telle approche hybride. En effet, les résultats n'ont montré aucune modification significative des

comportements ($W = 50,50$, $p = ,363$), et le changement de connaissances entre la phase 1 et la phase 3 était même légèrement négatif ($G = -3,33$, $ET = 21,34$). Cette section de la formation abordait entre autres le placement des caisses sur le transpalette pour éviter la remanutention, ainsi que le placement du transpalette dans les allées afin de limiter les déplacements avec les charges dans les mains. Or, plusieurs personnes reçues en entretien ont jugé ces contenus moins réalistes, entre autres parce que la formation ne tenait pas compte du trafic dans les allées. De plus, le montage de palette semble constituer une connaissance conditionnelle, dépendante de la taille variable des caisses à placer sur le transpalette.

Par ailleurs, le fait que certains contenus diffèrent des pratiques habituelles de travail pourrait avoir causé de la confusion chez certaines personnes participantes. Une mise en pratique accompagnée d'une personne formatrice, capable de répondre aux questions spécifiques et de fournir une rétroaction personnalisée, aurait probablement permis une meilleure appropriation et un transfert plus efficace des apprentissages. Cette approche concorde avec les conclusions tirées par Nederveld et Berge (2015) qui, dans leur revue de littérature sur l'utilisation de la classe inversée en milieu de travail, soulignent l'importance de combiner la formation en ligne asynchrone avec des formations en présentiel.

5.5 L'effet du type d'activité d'apprentissage sur l'attention (Hypothèse 1)

Dans une formation en ligne asynchrone, les activités peuvent être classées selon leur niveau d'engagement physique et cognitif. Dans la classification présentée dans la grille d'engagement de Clark et Mayer (2016), ces deux dimensions ne sont pas nécessairement liées. Toutefois, l'engagement cognitif des personnes apprenantes a peu été étudié dans une formation en ligne asynchrone, de sorte que le niveau d'engagement attribué à chacun des types d'activités demeure encore mal défini. Le premier objectif spécifique de recherche visait donc à **déterminer à quel type d'activité les personnes apprenantes portent davantage attention dans une formation en ligne asynchrone en milieu de travail**. L'hypothèse formulée en lien avec cet objectif spécifique soit que *L'attention mesurée sera globalement plus élevée durant les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est élevé que dans les activités où le niveau d'engagement cognitif anticipé est faible*, n'a été que partiellement soutenue.

Les exercices à choix multiples sont généralement considérés comme des activités nécessitant à la fois un engagement cognitif et un engagement physique (Clark et Mayer, 2016). Plusieurs études ont d'ailleurs démontré que les questions bien conçues, incitant les personnes apprenantes à déduire des éléments à partir du contenu présenté, favorisent l'apprentissage (p. ex. Casey et Powell, 2022; Cuevas et Fiore, 2014).

À l'inverse, les titres, la lecture passive ainsi que les vidéos constituent des activités ne nécessitant aucun engagement physique. Les réflexions, quant à elles, mobilisent un engagement cognitif, mais pas d'engagement physique. Certaines études ont observé que les personnes qui expérimentent l'apprentissage en ligne asynchrone passivement ont tendance à la percevoir comme une tâche à accomplir en arrière-plan, sans réelle implication (Reid *et al.*, 2016). Par ailleurs, l'attention diminue fortement lorsque le contenu est perçu comme ennuyant et peu stimulant (Allen, 2016). En conséquence, il aurait été attendu que les exercices à choix multiples suscitent une attention plus élevée que les titres, la lecture passive ou les vidéos. Or, les résultats obtenus (voir [tableau 22](#)) montrent que l'indice d'attention mesuré par EEG était légèrement plus élevé pour les lectures passives ($M = 0,275$, $ET = 0,106$) et les réflexions ($M = 0,275$, $ET = 0,117$) que pour les exercices ($M = 0,272$, $ET = 0,101$). Comme anticipé, les quatre indices d'attention s'avéraient plus faibles pour les écrans contenant les titres.

Ces résultats suggèrent que certaines activités d'apprentissage traditionnellement perçues comme passives, telles que la lecture, peuvent en réalité mobiliser un engagement cognitif plus important que prévu. Une explication possible réside dans le fait que l'engagement cognitif ne dépend pas uniquement du type d'activité, mais également des caractéristiques personnelles des personnes apprenantes. Cette explication est cohérente avec les travaux de Kaspar et König (2012) qui soutiennent que les caractéristiques individuelles, tel un déficit de l'attention, peuvent influencer la capacité d'une personne à porter attention à un contenu d'apprentissage. Le lien possible entre les conditions neurologiques autodéclarées et le résultat d'apprentissage sera exploré à la section [5.6](#).

Le concept d'engagement comprend généralement trois dimensions, soit l'engagement cognitif, l'engagement physique et l'engagement émotif. Toutefois, l'engagement émotif est absent de la grille d'engagement de Clark et Mayer (2016). Pourtant, les stimulus émotifs figurent parmi les facteurs susceptibles d'influencer l'attention (LeBlanc et Posner, 2022), tout comme l'intérêt, qui est traité à la section [2.1.2](#) comme un facteur distinct des émotions. Or, selon Reeve *et al.* (2015), l'intérêt peut être considéré comme une émotion à part entière. La formation utilisée dans le cadre de cette étude ne comportait pas d'activités explicitement conçues pour susciter une charge émotionnelle élevée avec pour but d'attirer l'attention sur des contenus particuliers. De plus, l'objectif de cette étude portait sur l'attention et non les émotions. En conséquence, l'engagement émotif n'a pas été mesuré, notamment pour des raisons de faisabilité liées à la conception du devis de recherche et aux outils de mesure

disponibles. Cela ouvre néanmoins des pistes de recherche futures, notamment sur l'effet potentiel de l'intégration d'éléments émotionnels sur l'attention.

Par ailleurs, dans les entretiens, certaines personnes participantes ont mentionné que les vidéos de démonstration avaient particulièrement attiré leur attention, en raison de la *peur* de se blesser ou de se blesser à nouveau. Dans ce contexte, l'émotion de la *peur* pourrait plutôt être interprétée comme une forme d'intérêt envers le contenu. Toujours selon Reeve *et al.* (2015), l'intérêt favoriserait un niveau d'engagement de haute qualité, propice à l'apprentissage. L'intérêt pourrait également contribuer à maintenir un niveau d'énergie élevé, réduisant ainsi la fatigue cognitive durant les activités d'apprentissage.

Ainsi, l'intérêt porté au contenu pourrait en partie expliquer pourquoi certaines activités passives physiquement, comme la lecture et la réflexion, se révèlent néanmoins engageantes cognitivement. Plusieurs personnes participantes ont d'ailleurs mentionné que leur attention a été influencée par leur intérêt pour le sujet, comme en témoigne P006, qui a affirmé que son intérêt envers le sujet était plus important que la modalité de formation. Ce résultat rejoint les conclusions de la métaanalyse de Shell et Flowerday (2019), selon laquelle l'intérêt d'une personne pour un sujet influence l'attention, contrairement aux résultats de Shah et Soror (2019), qui n'ont pas montré que l'intérêt pour le sujet ne peut prédire l'engagement cognitif dans une formation en ligne.

Un autre résultat notable se situe dans la divergence observée entre les indices d'attention mesurés pour les vidéos de démonstration et les propos recueillis dans les entretiens pour ce type d'activité. Plusieurs personnes participantes ont déclaré avoir porté une attention particulière aux vidéos de démonstration, les jugeant plus engageantes que les autres types d'activités. Pourtant les mesures objectives de l'attention pour ces vidéos se sont avérées plutôt moyennes, et ce, pour les quatre indices d'attention (voir les figures [29](#), [30](#), [31](#) et [32](#) de la section [4.2.1](#)). Une explication plausible de cette divergence réside dans le niveau de connaissances antérieures des personnes apprenantes, qui était relativement élevé ($M = 64$ mois, $ET = 100$ mois). Étant donné que le contenu des vidéos était déjà en partie connu, l'engagement cognitif requis pour le traiter et le retenir était vraisemblablement moins élevé que s'il s'était agi d'un contenu entièrement nouveau. Cette interprétation est cohérente avec les conclusions de Shell et Flowerday (2019), qui ont trouvé que les connaissances antérieures affectaient l'attention portée à un contenu d'apprentissage.

Par ailleurs, l'environnement physique et social dans lequel se déroule une formation asynchrone peut également affecter l'attention, notamment en raison du bruit, des interruptions ou de la surcharge visuelle du local (Stevens *et al.*, 2020; Vasilev *et al.*, 2018). Toutefois, dans le cadre de cette étude, ces facteurs ont été contrôlés et standardisés pour l'ensemble des personnes participantes pour la durée de la formation. Ils ne pourraient donc pas avoir été déterminants pour expliquer les différences observées dans la relation entre l'attention et le type d'activité.

En conclusion, les résultats en lien avec cette hypothèse suggèrent que l'attention portée à certaines activités, par exemple les vidéos de démonstration ou les vidéos d'animation, semble davantage influencée par la pertinence perçue du contenu que par le type d'activité en soi. Cette interprétation est cohérente avec les travaux de Grebe (2021), qui a montré que la pertinence du contenu joue le rôle de médiateur entre l'attention et la confiance dans l'apprentissage, ainsi que par ceux de Fetaji *et al.* (2007), qui ont mis en évidence une forte corrélation entre la qualité du contenu d'une formation asynchrone et l'attention des personnes apprenantes.

5.6 L'effet de l'attention sur l'acquisition et la rétention de connaissances (Hypothèse 2)

L'attention constitue une condition minimale à la rétention des contenus de formation (Charland *et al.*, 2013; Krupski, 1981; Léger *et al.*, 2014; Ni *et al.*, 2020; Van Gog, 2014). Toutefois, le lien entre l'attention et la rétention de connaissances reste peu exploré dans le contexte spécifique de la formation en ligne asynchrone, particulièrement en milieu naturel. Le deuxième objectif spécifique de recherche de cette étude visait donc à **déterminer comment l'attention influence l'acquisition et la rétention des connaissances dans une formation en ligne asynchrone en contexte de travail.**

Les résultats obtenus ne confirment pas l'hypothèse selon laquelle *l'acquisition et la rétention des connaissances seront plus importantes pour les personnes qui ont le plus porté attention aux contenus d'apprentissage*. Les personnes participantes ayant le plus porté attention aux contenus d'apprentissage auraient dû être celles qui ont obtenu le meilleur résultat au test de connaissances à la phase 2. Or, bien que les analyses préalables aient montré un maintien de l'attention tout au long de la formation ainsi qu'une amélioration significative des connaissances entre la phase 1 et la phase 2 $F(2, 38) = 4,66, p = ,015, \eta^2 = ,197$, aucune corrélation significative n'a été observée entre l'attention mesurée par EEG ($r = -,27, p = ,263$), par variance de l'indice d'attention en EEG ($r = -,18, p = ,466$), par le diamètre de la pupille ($r = -,18, p = ,456$) ou par variance du diamètre de la pupille ($r = -,28, p = ,241$). Ces résultats rejoignent

ceux de Wang et Hsu (2014), qui n'ont pas observé de liens significatifs entre l'attention mesurée avec un casque EEG à trois électrodes sèches et les résultats d'apprentissage.

Une exception a toutefois été relevée. Les analyses détaillées des indices d'attention pour chacun des objectifs d'apprentissage ont révélé une corrélation significative négative entre la variation du diamètre des pupilles et l'acquisition de connaissances pour l'objectif d'apprentissage *Appliquer les principes de manutention* ($r = -,464$, $p = ,039$). Selon Brink *et al.* (2016), une plus grande fluctuation du diamètre des pupilles serait associée à un niveau plus élevé d'attention. Ce résultat suggère donc, paradoxalement, que les personnes ayant manifesté moins de variation — et donc potentiellement moins d'attention — auraient mieux appris cet objectif spécifique.

Une première explication possible de l'absence de corrélation nette entre l'attention et l'acquisition de connaissances réside dans le niveau élevé de connaissances et d'expérience antérieures des personnes participantes ($M = 64$ mois, $ET = 100$ mois). Le choix de l'objet de la formation a été motivé par le désir de l'organisation de former le personnel sur la manutention des charges dans une modalité en ligne asynchrone. Pour faire partie de l'étude, les volontaires devaient faire partie de la population cible pour recevoir la formation, c'est-à-dire être à l'emploi de l'organisation depuis moins de 18 mois et ne pas avoir reçu la formation en classe sur le sujet. Cependant, même si toutes les personnes participantes possédaient moins de 18 mois d'ancienneté dans l'organisation, certaines d'entre elles détenaient plus de 20 ans d'expérience en manutention. De plus, le sujet de la formation est partiellement couvert dans le programme d'accueil de l'organisation. Ainsi, même les personnes participantes les moins expérimentées dans l'entreprise avaient une connaissance minimale du sujet. Au final, seules trois personnes possédaient moins de six mois d'expérience en manutention des charges et on aurait pu, dès lors, s'attendre à ce qu'elles soient parmi celles qui ont acquis le plus de connaissances, afin de pallier leur niveau d'expérience réduit. Or, ces trois personnes ont montré des résultats contrastés : un gain négatif (GP011 = -18,75), aucun gain (GP006 = 0), et un gain positif important (GP010 = 18,75).

Ce niveau élevé de connaissances et d'expériences antérieures pourrait expliquer en partie l'absence de corrélation significative entre l'attention et l'apprentissage. Tout d'abord, le niveau d'attention requis pour comprendre de nouveaux contenus n'est pas le même que celui requis pour mettre à jour des connaissances (DeWitt *et al.*, 2012). Hill et Schneider (2006) soulignent que les régions cérébrales mobilisées varient selon le stade de l'apprentissage, les régions liées à l'attention étant plus sollicitées en

phase initiale qu'en phase avancée. De plus, les connaissances et expériences antérieures peuvent influencer l'attention sélective des personnes participant à une formation (Shell et Flowerday, 2019). Plusieurs personnes reçues en entretien ont d'ailleurs mentionné que la formation représentait plus une mise à jour de leurs connaissances qu'un nouvel apprentissage. Certaines personnes ont indiqué que leur attention était davantage dirigée par des expériences passées de blessures ou la crainte d'en subir, ce qui rejoint les travaux de Kim et Rehder (2011), qui ont trouvé que les connaissances antérieures guident l'attention et, qu'en parallèle, la variation de l'attention portée aux contenus affecte l'apprentissage. Ces résultats concordent également avec ceux de Young *et al.* (2009), qui ont observé que l'attention de personnes étudiantes universitaires en classe varie selon l'intérêt pour le sujet ainsi qu'avec l'affirmation de Clark et Mayer selon laquelle « les connaissances antérieures de la personne apprenante sur le contenu du cours exercent la plus grande influence sur l'apprentissage » [notre traduction] (2016, p. 23).

L'expérience avec la modalité de formation pourrait aussi avoir influencé les résultats. Selon le modèle d'efficacité de la formation en ligne de Johnson et Brown (2017) présenté à la [figure 6](#), l'expérience antérieure avec la formation en ligne influence les processus d'apprentissage. Quelques personnes participantes ont éprouvé des difficultés à manipuler certains des écrans dans la formation et les avis des personnes reçues en entretien étaient partagés. Tandis que certaines ont apprécié la possibilité d'aller plus en profondeur et d'avancer à son propre rythme, d'autres ont exprimé un inconfort lié à leur faible aisance avec l'informatique. Les appareils d'EEG et d'oculométrie mesurent le niveau d'attention des personnes participant à l'étude, mais ne permettent pas de déterminer précisément l'objet de cette attention. Il est donc possible que, pour certaines personnes participantes, l'attention mesurée pendant la formation ait été dirigée vers des éléments techniques de la modalité asynchrone, comme le fonctionnement de certaines activités, plutôt que vers les contenus pédagogiques. Cette piste d'explication concorde avec les conclusions de Ben Khedher *et al.* (2019) qui ont observé une augmentation de l'attention en fonction de la difficulté des cas dans une formation en ligne asynchrone. En conséquence, les corrélations entre l'attention et l'acquisition de connaissances ainsi que la rétention de connaissances (voir [tableau 27](#)) peuvent avoir été affaiblies.

Enfin, les caractéristiques individuelles, comme la présence d'une condition neurologique, pourraient également expliquer partiellement le manque de corrélations entre l'attention et l'acquisition et la rétention de connaissances (Kaspar et König, 2012). En effet, Schwanz *et al.* (2007) ont déterminé que des problèmes d'attention peuvent expliquer 7 % de la variance des résultats scolaires pour des personnes

étudiant au niveau universitaire. Même si l'échantillon présentait une taille assez faible, des analyses comparant les sous-groupes en fonction de l'autodéclaration de condition neurologique ont été tentées. Dans cette étude, les six personnes qui ont rapporté avoir une condition neurologique telle qu'un déficit d'attention n'ont pas obtenu de résultats significativement différents des autres ($U = 41,50$, $p = ,968$), ce qui suggère que la présence d'une condition neurologique autodéclarée n'a pas influencé l'acquisition de connaissances dans cette étude. Ce résultat pourrait s'expliquer en partie par la nature comportementale du diagnostic du déficit d'attention, qui peut comprendre différents troubles des fonctions exécutives sans impliquer directement un déficit d'attention (Scerif et Wu, 2014). De plus, l'échantillon comprenait des personnes ayant déclaré une condition neurologique, alors que ces personnes sont généralement exclues des études recueillant des données neurophysiologiques, ce qui rend ces résultats particulièrement intéressants. En effet, Levy *et al.* (2025) ont montré que les personnes avec un trouble du déficit de l'attention pouvaient atteindre une compréhension équivalente en classe en réalité virtuelle équivalente à celle des personnes sans trouble du déficit de l'attention. Ces auteurs ont néanmoins remarqué des comportements d'attention différents entre les deux groupes, comme des déplacements du regard plus fréquents et une attention plus grande aux sons non pertinents chez les personnes avec un trouble du déficit de l'attention. Le faible nombre de personnes dans chacun des sous-groupes de cette étude doctorale limite toutefois la portée des analyses statistiques.

En conclusion, bien que l'attention soit considérée comme une étape initiale essentielle dans la théorie cognitive du multimédia (Mayer, 2014b), elle ne semble pas, à elle seule, déterminer l'acquisition de connaissances. Des facteurs tels que les connaissances antérieures, la littératie numérique et les caractéristiques neurologiques individuelles pourraient jouer un rôle plus déterminant. Les résultats obtenus pour cette hypothèse s'inscrivent dans perspective de l'attention sélective de Scerif et Wu (2014) selon laquelle l'apprentissage est facilité par la sélection d'éléments pertinents, cette dernière étant elle-même guidée par les connaissances antérieures.

5.7 L'effet de la rétention de connaissances sur le transfert des apprentissages (Hypothèse 3)

Les liens entre la rétention de connaissances et le transfert des apprentissages ne peuvent être considérés comme réciproques. D'une part, selon le cadre pour les systèmes de formation de Kraiger et Ford (2021), l'acquisition de savoir, savoir-faire et savoir-être constitue un préalable nécessaire au transfert : il est en effet impossible de transférer ce que l'on n'a pas acquis. D'autre part, l'acquisition de connaissances ne garantit pas en soi le transfert des apprentissages, celui-ci étant influencé par de nombreux facteurs

personnels et environnementaux, tels que la motivation, le soutien organisationnel ou les opportunités de mise en application (Baldwin et Ford, 1988; Grossman et Salas, 2011). Ces facteurs ont largement été documentés dans la littérature sur le transfert des apprentissages (p. ex. Fauth et González-Martínez, 2021b; Gegenfurtner, 2013; Seeg *et al.*, 2022), ainsi que dans les études portant sur les relations entre les niveaux d'évaluation du modèle de Kirkpatrick-Katzell (p. ex. Homklin *et al.*, 2014). Le troisième objectif spécifique de cette étude visait donc à **déterminer si la rétention de connaissances influence le transfert des apprentissages** dans un contexte de formation en ligne asynchrone en milieu de travail. Étant donné la relation non réciproque entre l'acquisition de connaissances et le transfert des apprentissages, l'hypothèse formulée en lien avec cet objectif était la suivante : *les personnes qui auront retenu le plus de connaissance seront celles qui transféreront le plus leurs apprentissages en milieu de travail*. Or, les résultats obtenus ne permettent pas de soutenir cette hypothèse.

Conformément à l'hypothèse émise et au cadre pour les systèmes de formation de Kraiger et Ford (2021) décrit à la fin de la section [2.2.1](#), les personnes qui ont le manifesté un plus grand changement de comportement auraient dû être parmi les personnes ayant acquis le plus de connaissances. Inversement, les personnes ayant acquis le moins de connaissances n'auraient pas dû figurer parmi celles ayant le plus transféré, puisqu'il leur aurait manqué les fondements nécessaires à l'application. Pourtant, les résultats obtenus dans cette étude contredisent pourtant cette logique. En effet, aucune corrélation significative n'a été observée entre l'acquisition de connaissances et le transfert des apprentissages ($r = ,02$, $p = ,931$).

Comme l'indique le [tableau 32](#) de la section [4.4.1](#), les résultats montrent une grande variabilité dans la relation entre l'acquisition de connaissances et le changement de comportement. Parmi les trois personnes participantes qui ont acquis le plus de connaissances, une a obtenu un changement comportemental positif, une a obtenu un changement comportemental négatif, tandis que la troisième n'a pratiquement pas modifié ses comportements. De manière similaire, sur les six personnes qui ont obtenu vu une diminution entre leur résultat au test de connaissances de la phase 1 et celui de la phase 3, deux personnes ont modifié négativement leurs comportements, tandis que les quatre autres ont légèrement amélioré leurs comportements. Ces résultats vont dans le sens des conclusions de Péters *et al.* (2016), qui soulignent que la force et le sens du lien entre les résultats d'apprentissage et le transfert des apprentissages varient considérablement d'une étude à l'autre.

Ainsi, les résultats de cette étude s'alignent davantage avec le modèle dynamique du transfert de Blume *et al.* (2019), présenté à la section [2.2.2](#). Ce modèle postule que les personnes apprenantes sélectionnent, parmi les connaissances acquises en formation, ce qu'elles veulent mettre en application en milieu de travail, dans un processus itératif influencé par la rétroaction reçue. Les résultats de cette étude vont également dans le sens des conclusions de Peters *et al.* (2012), qui n'ont pas observé de liens significatifs entre l'apprentissage et la motivation à transférer, ainsi qu'avec ceux de Trombley (2004), qui n'a pas trouvé de relation entre les intentions d'utiliser le matériel de formation en contexte de travail et le changement de connaissances ou de comportements suivant une formation en ligne.

Par ailleurs, comme le souligne Hajian (2019), les personnes novices et les personnes expertes pourraient tirer différents avantages d'une même formation, l'association entre l'apprentissage et le transfert dépendant du niveau de connaissances et d'expériences antérieures. Cette relation est appuyée par les données de cette étude. En effet, les personnes ayant autorapporté un niveau d'expertise élevé ont obtenu des résultats significativement différents au test de connaissances en prétest en comparaison à celles ayant autorapporté un faible niveau d'expertise $U = 20,50, p = ,025$.

Plusieurs raisons peuvent contribuer à expliquer l'absence de lien significatif entre la rétention de connaissance et le transfert des apprentissages observée dans cette étude. Une première explication réside dans la taille relativement faible de l'échantillon. Bien que la participation de vingt personnes corresponde à un nombre moyen pour les études portant sur l'attention (p. ex. Iwaki *et al.*, 2013; Lackmann *et al.*, 2021; Ni *et al.*, 2020; Wang et Hsu, 2014), ce nombre s'est avéré insuffisant pour diviser l'échantillon en sous-groupes et réaliser des analyses supplémentaires avec une puissance statistique adéquate. En effet, pour tester l'effet médiateur d'une variable à l'aide de régressions, un échantillon de plus de 25 personnes est généralement requis, en particulier lorsque les données ne suivent pas une distribution normale (Tabachnick et Fidell, 2019).

Une autre explication possible concerne la nature implicite de certains apprentissages réalisés en contexte de travail. L'apprentissage fortuit désigne les connaissances qu'une personne acquiert de manière non intentionnelle en situation réelle de travail sans qu'elle en soit nécessairement consciente (Burggraaf *et al.*, 2021). Dans ce cas, une personne peut être en mesure d'effectuer une tâche physique de manière adéquate, c'est-à-dire mobiliser des connaissances procédurales, sans pour autant être capable de répondre à des questions théoriques sur le sujet, c'est-à-dire mobiliser des connaissances déclaratives

(Broadbent, 1990). Broadbent (1990) a observé que la relation entre la capacité à verbaliser une action dépend du niveau d'expertise. Les spécialistes tendent à mieux articuler les liens entre les connaissances déclaratives et procédurales, tandis que les personnes de niveau intermédiaire rencontrent davantage de difficulté à le faire. Cette difficulté augmente lorsque les outils d'évaluation sont éloignés du contexte d'apprentissage.

Ainsi, il est possible que certaines personnes apprenantes aient éprouvé des difficultés à répondre à des questions théoriques portant sur leurs actions dans un contexte de questionnaire papier ou en ligne, tout en étant capables de mettre en pratique les comportements attendus dans leur pratique professionnelle. Par ailleurs, Cleeremans (1988) a présenté un modèle dans lequel il existe deux modes de traitement des informations dans le cadre de l'apprentissage et la réalisation des tâches cognitives. En mode sélectif, efficace lorsque le nombre de variables est limité et que les relations entre ces variables sont claires, les personnes basent leurs actions sur un modèle abstrait et symbolique de la tâche, ce qui permet l'introspection et la verbalisation des actions. En mode non sélectif, l'apprentissage est réalisé sur la base de validation d'hypothèse et dans ce cas, les règles sous-jacentes à l'action sont difficilement accessibles, rendant leur verbalisation difficile. Cette perspective est cohérente avec celle de Tourmen (2015), qui souligne la complexité de l'évaluation des compétences, en raison du caractère souvent implicite des savoirs mobilisés dans l'action. Les compétences exprimées en tâches s'avèrent par des questionnaires ou même par la seule observation. Selon Tourmen (2015), l'évaluation des compétences comporte trois risques principaux :

1. Se limiter à l'évaluation des gestes observables, sans tenir compte de ce qui n'est pas réalisé;
2. Se concentrer sur la conformité des gestes, sans s'attarder au sens; et
3. négliger les savoirs expérientiels au profit des savoirs théoriques.

Cette réflexion s'inscrit dans le cadre plus large du concept d'inhibition cognitive, largement exploré dans les travaux en neuroéducation (p. ex. Brault Foisy *et al.*, 2015; Houdé, 2021; Lanoë *et al.*, 2016; Masson, 2024; Metcalfe *et al.*, 2012; Roger *et al.*, 2014). Le modèle dual de Kahneman (2016) distingue deux systèmes cognitifs. Le système 1 est rapide, intuitif et automatique, tandis que le système 2 est plus lent, analytique et lié aux apprentissages. Pour compléter ce système, Houdé (2022) introduit un troisième système, appelé système 3 ou système d'inhibition. Ce dernier joue un rôle clé dans la régulation des processus cognitifs en bloquant les automatismes innés ou acquis du système 1 afin de permettre

l'activation du système 2. L'inhibition devient ainsi un mécanisme de contrôle exécutif essentiel à l'apprentissage, à la résolution de problèmes et à la pensée critique. Elle permet de résister aux réponses impulsives ou erronées pour favoriser une réflexion plus approfondie (Masson, 2024). Cette dynamique est illustrée dans l'étude de Charland *et al.* (2013), où les personnes participantes mobilisaient moins de ressources cognitives au fur et à mesure qu'elles acquéraient des connaissances, faisant état d'une transition progressive du système 2 vers le système 1.

Dans cette perspective, une autre explication possible des résultats observés concerne la difficulté, pour certaines personnes, à mobiliser ce système d'inhibition afin de désactiver des automatismes acquis et activer des processus cognitifs plus analytiques. Cette difficulté pourrait avoir été exacerbée par le niveau d'expérience et d'expertise des personnes participantes. En effet, plus le niveau d'expérience et d'expertise est élevé, plus les personnes ont tendance à internaliser et à automatiser des tâches (Hutchins, 1986). Il est donc plausible que les personnes participantes aient intégré leurs connaissances et expériences antérieures dans des modèles mentaux consolidés, rendant certaines connaissances difficilement accessibles. Dans ce contexte, elles auraient alors eu besoin d'utiliser leur mécanisme inhibiteur — système 3 — pour répondre correctement aux questions des tests de connaissances et pour modifier leurs comportements après la formation.

Une autre piste d'explication réside dans la difficulté à transformer les instructions présentées dans la formation en comportements concrets ainsi qu'à reconnaître les conditions propices d'application de ces comportements. Selon la théorie de l'apprentissage par instruction⁵ (Brass *et al.*, 2017), trois étapes sont nécessaires pour mettre en application efficacement des instructions en lien avec une tâche :

1. la transformation des informations déclaratives en un modèle mental structuré de tâche;
2. la conversion de ce modèle mental en comportements applicables et la préparation à la mise en application; et
3. la reconnaissance des conditions dans lesquelles ces comportements sont appliqués.

⁵ L'apprentissage par instruction, ou *instruction-based learning*, fait référence à la capacité à comprendre des instructions, se rappeler des instructions et appliquer les instructions lorsque le contexte est pertinent. L'apprentissage par instruction s'oppose à l'apprentissage par exploration ou par renforcement (Kang *et al.*, 2022).

La réussite de ce processus dépend notamment des capacités langagières de la personne apprenante (Kang *et al.*, 2022). Cette piste d'explication semble d'autant plus plausible dans le contexte de cette étude, compte tenu du faible niveau de scolarisation et de littératie des personnes participantes, comme discuté à la section [5.3](#).

Un autre facteur à considérer, car ayant pu affecter les résultats, est l'effet Dunning-Kruger. Cet effet se produit lorsque des personnes surestiment leurs capacités en raison d'un manque de compétences métacognitives (Kruger et Dunning, 1999). Dans le cadre de cette étude, il est possible que certaines personnes participantes aient surestimé leurs compétences lors du prétest en s'appuyant sur leur expérience antérieure, puis qu'elles aient réajusté leur autoévaluation en posttest, après avoir été exposées aux contenus de la formation. L'effet Dunning-Kruger pourrait expliquer les cas où une augmentation de leur niveau de connaissances a été observée en parallèle d'une diminution de leur niveau de comportements. Bien que les connaissances métacognitives n'ont pas été mesurées explicitement et que leur développement ne faisait pas l'objet d'un objectif d'apprentissage de la formation, les autoévaluations des comportements dans les questionnaires prétests et posttests ainsi que les questions de réflexion intégrées à la formation ont pu favoriser une prise de conscience des apprentissages et des pratiques professionnelles, contribuant au développement de connaissances métacognitives (Anderson *et al.*, 2001).

Enfin, il est possible que la situation d'apprentissage utilisée dans cette étude ait impliqué un transfert plus éloigné que prévu, du moins pour certaines personnes. Selon la typologie de Roussel (2011) présentée à la section [2.2.3](#), le transfert des apprentissages est catégorisé en fonction du degré de différence entre la situation d'apprentissage et la situation d'application, tant au niveau du contexte que de la tâche. Dans cette étude, le contenu de la tâche à transférer était relativement similaire entre les deux contextes. De plus, il était attendu que le contexte soit également assez similaire, étant donné que le texte de la formation a été hautement contextualisé et que les photos et les vidéos de démonstration ont été prises directement dans l'entrepôt de l'organisation hôte. Toutefois, les propos recueillis lors des entretiens révèlent que certains éléments contextuels comme la pression du temps, la grande variété dans les grosseurs de caisses ainsi que la congestion dans les allées ont pu créer un écart plus important que prévu entre les deux situations. Ainsi, malgré une apparente standardisation de la tâche, la diversité des situations rencontrées dans la réalité quotidienne du travail pourrait avoir fait en sorte que cette situation

de transfert se soit avérée plus près du transfert éloigné que du transfert rapproché, ce qui aurait pu augmenter la difficulté du transfert des apprentissages.

En conclusion pour cette hypothèse, il est possible que les connaissances antérieures, les apprentissages fortuits, le niveau de littératie, la difficulté à inhiber les automatismes ainsi qu'une situation de transfert plus éloignée que prévu aient exercé une influence significative sur la capacité des personnes participantes à transférer leurs apprentissages. Ces facteurs pourraient avoir limité l'effet de la formation, indépendamment de la qualité de sa conception pédagogique, de l'attention accordée aux contenus de la formation ou des conditions environnementales de transfert.

5.8 L'effet de l'attention sur le transfert des apprentissages (Hypothèse 4)

Le transfert des apprentissages désigne l'utilisation, en milieu de travail, des apprentissages réalisés en contexte de formation. De nombreux facteurs influencent ce transfert, généralement regroupés en trois grandes catégories : les caractéristiques de la personne apprenante, la conception pédagogique et l'environnement organisationnel (Baldwin et Ford, 1988). Parmi les facteurs individuels, la motivation et le sentiment d'efficacité personnelle ont été largement étudiés (p. ex. Bates *et al.*, 2014; Bergeron *et al.*, 2017; Gegenfurtner *et al.*, 2013; Stevens *et al.*, 2012). Dans leur synthèse de la recherche sur le transfert des apprentissages, Baldwin, Ford et Blume (2017) ont invité les scientifiques à s'attarder à l'expérience vécue par la personne apprenante lors des événements d'apprentissage, notamment en étudiant ses émotions et son attention. Toutefois, à ce jour, l'attention portée à une formation en milieu de travail a été peu mesurée, surtout dans un contexte de formation en ligne asynchrone et jamais, à notre connaissance, avec des mesures neurophysiologiques. Aussi, rappelons qu'aucune étude recensée n'a tenté d'établir des liens entre l'attention et le transfert des apprentissages. Dans ce contexte, le dernier objectif spécifique de cette étude visait à **vérifier si l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone exerçait une influence sur le degré de transfert des apprentissages en milieu de travail**. Or, les résultats ne permettent pas de soutenir l'hypothèse émise en lien avec cet objectif, soit que *le transfert des apprentissages sera plus important pour les personnes ayant porté une plus grande attention à l'ensemble de la formation que pour les personnes ayant porté moins attention à l'ensemble de la formation*.

Les analyses préalables ont montré que l'attention s'est maintenue tout au long de la formation (voir les figures [20](#), [21](#), [22](#) et [23](#) de la section [4.1.1.1](#)). Le transfert des apprentissages, soit le gain mesuré entre les

comportements au prétest et au posttest, s'est révélé quant à lui significatif et de taille moyenne ($t = 3,04$, $p = ,007$, $d = 0,35$). Toutefois, les analyses corrélationnelles n'ont révélé aucun lien significatif entre l'attention portée à l'ensemble de la formation et le transfert des apprentissages (voir [tableau 35](#)). De manière plus surprenante, les résultats associés à chacun des objectifs d'apprentissage indiquent que plus une personne a porté attention à un contenu spécifique, moins elle a été en mesure d'améliorer son comportement en lien avec ce contenu spécifique (voir les tableaux [36](#), [37](#), [38](#) et [39](#) de la section [4.5.2](#)).

Plusieurs pistes peuvent expliquer ces résultats. D'abord, la nouveauté de la tâche d'apprentissage, bien que la tâche de manutention ne soit pas nouvelle, pourrait avoir capté l'attention des personnes participantes. Pour la plupart d'entre elles, il s'agissait d'une première expérience à une formation en ligne asynchrone intégrant des animations, des vidéos de démonstration et des questions contextualisées. Cette nouveauté aurait pu favoriser l'attention, comme le suggèrent Shell et Flowerday (2019). De plus, la conception de la tâche d'apprentissage visait à éviter la surcharge cognitive des personnes apprenantes, ce qui aurait également pu contribuer au maintien de l'attention, en cohérence avec les travaux de Treisman (2009).

Concernant le transfert des apprentissages, certaines personnes participantes ont mentionné, lors des entretiens, avoir été influencées par le fait de faire partie de l'étude et d'être observées en prétest et en posttest. Certaines personnes ont également indiqué que ce sont les questionnaires prétests et posttests sur les comportements qui les ont incitées à réfléchir à leurs méthodes de travail et à modifier leurs comportements. Ces observations suggèrent que les changements de comportements observés dans l'étude pourraient être partiellement attribuables à l'effet de test (washback effect), c'est-à-dire l'influence des dispositifs d'évaluation sur les comportements d'apprentissage (Cheng, 2008; Wei, 2017), plutôt qu'à la formation, diminuant la force de la relation directe entre les données globales d'attention portée à la formation et de transfert des apprentissages. Dans le contexte de cette étude, les prétests et posttests semblent avoir agi comme des déclencheurs de réflexion et de changement comportemental, indépendamment du contenu de la formation, ce qui correspond à une forme d'effet de test. Cette interprétation est appuyée par les travaux de Janelli et Lipnevich (2021), qui ont observé que la passation d'un prétest dans un cours en ligne ouvert à tous (MOOC) améliorerait les résultats aux tests après le cours. Même si les personnes participantes de cette étude ont obtenu un faible score au prétest ($M = 46,88 \%$, $ET = 12,90$), l'effet de test pourrait avoir favorisé l'apprentissage, comme l'ont observé Kornell *et al.* (2009). Mayer (2021) met d'ailleurs en garde contre l'utilisation du prétest comme mesure neutre, arguant que le

prétest constitue en soi une forme d'instruction susceptible de biaiser positivement les résultats de la formation. Il recommande plutôt d'utiliser d'autres formes de validation des connaissances en préformation.

Par ailleurs, un effet de plafond pourrait avoir limité la détection des changements de comportement. Dans cette étude, l'effet de plafond ne résulterait pas d'un test trop facile (Wang *et al.*, 2008), mais plutôt du niveau élevé d'expérience antérieure des personnes participantes. Avec une moyenne de 5,35/7 au score global de comportements en prétest, la marge d'amélioration était réduite, ce qui a pu biaiser les mesures de changement.

Le niveau élevé d'expérience antérieure pourrait également expliquer en partie l'absence de corrélations entre l'attention et le transfert des apprentissages. En effet, il est possible que certaines personnes participantes eussent atteint un niveau de savoir-faire assez élevé dans les tâches de manutention pour avoir atteint la troisième phase d'acquisition d'une habileté motrice, soit le niveau d'automatisation (Kraiger *et al.*, 1993). À ce stade, modifier un comportement automatisé nécessite un effort d'inhibition pour désactiver les réseaux neuronaux existants et en activer de nouveaux (Masson, 2024). De plus, l'activation partielle d'un réseau neuronal liée à une connaissance antérieure peut suffire à réactiver l'ensemble du réseau neuronal (Masson, 2020), réduisant ainsi le besoin de porter attention à l'ensemble du contenu de formation.

Ces pistes d'explication liées au niveau d'expériences antérieures s'inscrivent dans le cadre du modèle dynamique du transfert proposé par Blume *et al.* (2019). Selon ce modèle, les personnes apprenantes sélectionnent, parmi l'ensemble des contenus de la formation, ceux qu'elles jugent pertinents pour leur mise en application, en fonction de leur expérience et de l'évaluation des résultats de leurs nouveaux comportements. Dans le contexte de cette étude, l'expérience antérieure, notamment pour les personnes ayant subi des blessures ou ayant souffert de troubles musculosquelettiques, aurait pu orienter l'attention vers des contenus perçus comme particulièrement utiles ou applicables. Cette interprétation est appuyée par les travaux de Shell et Flowerday (2019), qui soulignent que les connaissances antérieures influencent l'attention portée aux contenus d'apprentissage. Elle est également renforcée par les propos recueillis lors des entretiens. En effet, la majorité ont affirmé avoir évalué leurs pratiques professionnelles à la lumière des contenus de la formation, et avoir choisi de rejeter ou d'essayer de mettre en application certains

éléments, ce qui correspond au processus d'autoévaluation et de sélection décrit dans le modèle dynamique du transfert (Blume *et al.*, 2019).

L'intérêt envers la formation a également été mentionné par plusieurs personnes participantes, notamment en lien avec la prévention des blessures et des troubles musculosquelettiques. Cet intérêt envers le contenu pourrait avoir influencé l'attention, en contradiction des travaux de Shah et Soror (2019), mais en accord avec ceux de Shell et Flowerday (2019), qui ont trouvé que l'intérêt influençait le temps de lecture, qui à son tour influençait l'apprentissage. De même, Jacot *et al.* (2016) ont trouvé que la valeur perçue de la formation obligatoire influence les intentions de transfert, bien que l'intérêt et le sentiment d'utilité ne garantissent pas à eux seuls le transfert. Les personnes participantes doivent également valoriser le comportement à adopter.

Enfin, les explications en lien avec l'effet de l'attention sur le transfert des apprentissages ne sauraient être complètes sans un regard sur les facteurs qui influencent le transfert des apprentissages. Dans le cadre de cette étude, six facteurs influençant le transfert ont été mesurés à l'aide d'items sélectionnés du LTSI (Devos *et al.*, 2007), soit la validité perçue du contenu, la conception du transfert, la motivation à transférer, le sentiment d'efficacité personnelle envers la tâche, le soutien par les pairs et la résistance au changement dans l'environnement de travail. Lors des analyses quantitatives, aucun de ces facteurs n'est ressorti comme étant un obstacle au transfert des apprentissages. Les entretiens ont confirmé la présence positive de ces facteurs. Les personnes participantes ont jugé le contenu pertinent, apprécié les vidéos de démonstration, exprimé leur motivation à éviter des blessures, et avoir reçu du soutien de leurs collègues et des personnes formatrices, ou du moins ne pas avoir été découragées dans leur mise en application de nouvelles façons de travailler. Ces résultats sont cohérents avec les travaux de Herrington *et al.* (2009), qui ont souligné l'importance de la conception pédagogique ainsi qu'avec la métaanalyse de Tonhäuser et Büker (2016), qui pour leur part soulignent l'importance de la ressemblance entre le contenu de la formation et les situations de travail ainsi que de la motivation à apprendre pour le transfert des apprentissages.

Cependant, certains freins ont également été mentionnés dans les entretiens, notamment la pression pour travailler rapidement et atteindre un certain niveau de productivité ainsi que le manque d'équipement de protection individuelle comme les gants. Bien que l'attention portée aux contenus de formation ne soit pas un facteur spécifiquement mesuré par le LTSI, elle est influencée par la capacité cognitive de la

personne apprenante (Kang *et al.*, 2022) et de la conception de la formation (Clark et Mayer, 2016), ce qui justifierait son inclusion parmi les facteurs susceptibles d'influencer le transfert.

En conclusion pour cette hypothèse, l'absence de corrélation significative entre l'attention et le transfert porte à croire que l'attention portée à la formation ne constitue pas, à elle seule, un facteur déterminant du transfert des apprentissages. Dans cette étude, les facteurs tels que les connaissances et expériences antérieures, la motivation à apprendre et l'intérêt pour la prévention des blessures semblent avoir orienté l'attention de manière globale, sans nécessairement se traduire par une amélioration ciblée des comportements en lien avec les contenus spécifiques.

5.9 Les forces et les limites de l'étude

Comme toute étude, la présente étude comporte des forces et des faiblesses dont il a fallu tenir compte pour interpréter les résultats ainsi que pour estimer les retombées et avancer les pistes de recherche futures.

5.9.1 Les forces de l'étude

Cette section met en lumière les principales forces de la présente étude doctorale. Celles-ci se manifestent tant par l'originalité de la démarche que par la rigueur méthodologique adoptée et la richesse des résultats obtenus. Trois dimensions principales ressortent : l'innovation de l'approche, l'intégration méthodologique et la contribution empirique.

5.9.1.1 Le caractère novateur et la validité écologique élevée

L'une des principales forces de la présente étude doctorale réside dans son caractère novateur et inédit. À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a combiné des mesures d'EEG et d'oculométrie dans un milieu de travail authentique, hors du cadre contrôlé d'un laboratoire. Par ailleurs, la grande majorité des études sur le transfert se sont limitées à mesurer les intentions de transfert ainsi que les facteurs influençant le transfert par le biais du questionnaire LTSI. Peu d'études se sont aventurées à mesurer le transfert réel, en raison de la complexité que cela implique.

La collecte de données directement sur le terrain plutôt qu'en laboratoire confère à l'étude une validité écologique élevée (van Atteveldt *et al.*, 2018). De plus, la tâche d'apprentissage utilisée correspondait à une formation réelle et non à des stimulus artificiels ou évoquant une représentation simplifiée de la

réalité. Finalement, l'échantillon était représentatif de la population et incluait des personnes qui sont normalement exclues des études en neurosciences, renforçant la pertinence des résultats.

5.9.1.2 L'approche méthodologique intégrative

Cette étude s'est appuyée sur une méthodologie mixte, triangulant des données neurophysiologiques, quantitatives et qualitatives. Cette approche intégrative a permis d'obtenir une compréhension globale et nuancée des phénomènes complexes que sont l'apprentissage et le transfert dans un contexte de formation en ligne asynchrone. Elle a ainsi généré des perspectives riches et multidimensionnelles, renforçant ainsi la validité et la profondeur des conclusions tirées.

5.9.1.3 Les résultats empiriques inédits

Parmi les résultats les plus marquants, l'étude a permis de montrer :

1. qu'il est possible de maintenir l'attention dans une formation en ligne asynchrone, pour autant que les principes d'apprentissage soient respectés;
2. qu'il est possible d'acquérir des connaissances dans une formation en ligne asynchrone;
3. que le transfert des apprentissages se révèle un phénomène complexe qui est influencé par une multitude de facteurs.

Conformément à la logique poppérienne, l'infirmerie de trois hypothèses dans cette étude a produit des connaissances pertinentes, enrichissant le corpus existant (Astorga, 2023). En effet, dans leur quête de connaissances, les scientifiques cherchent autant à confirmer qu'à informer des hypothèses, les deux démarches s'avérant tout aussi essentielles pour l'avancement de la recherche.

Enfin, grâce à sa visée exploratoire, cette étude a généré une quantité importante de données utiles et pertinentes pour l'élaboration d'un programme de recherche structuré. Elle ouvre également la voie à de nombreuses pistes de recherche futures, constituant ainsi une contribution majeure au domaine de recherche de la formation en milieu de travail.

5.9.2 Les limites de l'étude

Bien que cette étude présente plusieurs forces notables, elle comporte également certaines limites qu'il convient de reconnaître. Fait important, plusieurs de ces limites sont étroitement liées à la volonté de

maximiser la validité écologique de l'étude. En effet, le choix de mener l'étude dans un environnement de travail réel, avec des participants représentatifs et des outils de mesure portables, a nécessairement impliqué certains compromis méthodologiques. En conséquence, les trois limites principales identifiées sont : la taille et la composition de l'échantillon, les outils de mesure utilisés ainsi que la situation de transfert sélectionnée pour l'étude.

5.9.2.1 La taille et la composition de l'échantillon

La première limite concerne la taille et la composition de l'échantillon. Tout d'abord, le nombre de 20 personnes participantes se situait dans la taille moyenne d'échantillon pour une étude recueillant des données neurophysiologiques. Cependant, ce faible nombre a affecté la puissance statistique des analyses et n'a pas permis d'effectuer des régressions pour déterminer si l'acquisition de connaissances est réellement une variable modératrice entre l'attention et le transfert des apprentissages. Ce faible nombre n'a pas non plus permis de scinder l'échantillon en sous-groupe afin de réaliser des analyses plus poussées toutes les fois où cela aurait été pertinent. En effet, les personnes présentant une condition comme le trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité ou la dyslexie sont généralement exclues des études recueillant des données neurophysiologiques. De même, les échantillons de ces études tendent à présenter une homogénéité sur le genre ou alors les personnes s'identifiant de genre féminin et de genre masculin sont séparées en deux groupes distincts. Un plus grand échantillon aurait permis de séparer ces personnes en sous-groupes pour faire des analyses statistiques.

Ensuite, il avait été prévu au départ que les personnes participantes à l'étude soient des novices en manutention des charges. Cependant, les personnes volontaires avaient toutes une connaissance de base dans le sujet de la formation. L'expérience et les connaissances antérieures des personnes faisant partie de l'échantillon ont certainement influencé les résultats obtenus.

Enfin, le niveau de scolarité, de littératie et de littératie numérique des personnes participantes a pu influencer les résultats. Si les questionnaires prétests et posttests avaient été administrés oralement et individuellement, il est possible que les résultats aient été différents. Mais alors, les réponses des personnes participantes auraient peut-être été influencées par la présence de l'étudiante-chercheuse.

Toutefois, malgré ces trois éléments attentatoires de l'échantillon, celui-ci demeure intéressant, car il représente le personnel qui doit suivre la formation dans les organisations. Ainsi, dans toutes les

formations, on trouve des personnes avec des expériences variées, des personnes avec des conditions neurologiques, des personnes de tous les genres et de tous les niveaux de littératie. En ce sens, les résultats obtenus reflètent probablement mieux la réalité que si l'étude avait été menée auprès d'un échantillon « parfait ».

5.9.2.2 Les outils utilisés

La deuxième limite vise les outils utilisés dans cette étude. Tout d'abord, le casque Unicorn de g.tec, doté que de huit électrodes, ne permet qu'un nettoyage sommaire des artéfacts oculaires et myographiques dans le logiciel OpenViBE. En contexte de laboratoire, les casques EEG comportent généralement 32 électrodes, ce qui permet un traitement plus poussé des signaux, notamment par des algorithmes puissants basés sur les analyses en composantes indépendantes (ICA) (Seok *et al.*, 2021), permettant de mieux isoler les artéfacts liés aux clignements des yeux et aux mouvements musculaires. Cela dit, dans le cadre de cette étude, les données de pupillométrie n'ont pas montré de corrélations plus fortes avec la rétention et le transfert que les données d'EEG.

Par ailleurs, bien que la présente étude visait à aller recueillir des données dans un contexte le plus près possible de la réalité terrain, certaines conditions expérimentales s'en éloignaient. L'utilisation d'un casque EEG simplifié et la présence de l'étudiante-chercheuse dans la salle de formation ne reflètent pas les conditions habituelles de formation. Toutefois, ce contexte demeure plus représentatif de la réalité qu'une étude menée en laboratoire universitaire.

Un autre élément à considérer est la conception du questionnaire de connaissances, qui reprenaient les mêmes questions en prétest qu'en posttest. Mayer (2021) souligne que ce type de conception entraîne un effet de prétest, en orientant l'attention des personnes participant à l'étude vers des éléments précis de la formation. Néanmoins, ce type de design est largement utilisé dans les études en éducation, ce qui justifiait son utilisation ici. Il est toutefois possible qu'une méthode différente d'évaluation des connaissances en prétests ait conduit à des résultats différents.

Enfin, une limite méthodologique supplémentaire réside dans l'absence de validation systématique des outils utilisés auprès d'un sous-échantillon représentatif des participants. Bien que les outils aient été validés par des formateurs, des experts et quelques employés d'expérience, aucune procédure formelle

de validation auprès d'un échantillon pilote n'a été menée. Cette absence pourrait avoir influencé la sensibilité ou la pertinence des instruments de mesure dans le contexte spécifique de cette étude.

5.9.2.3 La situation d'apprentissage utilisée

La troisième et dernière limite a trait à la situation d'apprentissage utilisée dans cette étude. Le sujet de la formation en ligne asynchrone a été choisi entre autres parce qu'il devait représenter une situation de transfert rapproché selon la typologie de Roussel. La situation de transfert recherchée devait concerner des compétences techniques, celles-ci se révélant plus faciles à évaluer que des compétences interpersonnelles ou de gestion, comme le leadership ou la communication. Or, il s'est avéré que la situation de transfert sélectionnée se montrait peut-être plus complexe que ce qui a été analysé au départ. En effet, la modalité asynchrone augmente la différence entre les contextes de formation et d'application, rendant la situation de transfert plus près du transfert éloigné que du transfert rapproché dans la typologie de Roussel (voir [figure 5](#)). De plus, les formations portant sur des compétences techniques et manuelles connaissent probablement plus de succès dans une modalité hybride que dans une modalité 100 % asynchrone. Cependant, ce désir de passer ce sujet de formation en modalité 100 % asynchrone est venu de l'organisation hôte et est assez répandu dans les organisations. La situation de transfert était donc réaliste dans le contexte de la formation en milieu de travail et pouvait conduire à dégager des implications pour la pratique.

5.10 Les retombées et les implications pour la pratique

Cette étude est ancrée dans une problématique terrain réelle et a été abordée d'une perspective de recherche pragmatique. Ainsi, elle a été menée dans un contexte authentique, entre autres parce qu'elle visait à produire des connaissances pouvant améliorer les pratiques de formation en milieu de travail en lien avec la formation en ligne asynchrone et le transfert des apprentissages. La conduite de l'étude dans des conditions le plus près possible de la réalité du terrain a permis d'émettre des recommandations plus réalistes. En conséquence, les résultats obtenus suggèrent plusieurs implications pratiques qui pourraient améliorer les méthodes des équipes de formation en milieu de travail, ainsi que celles des personnes professionnelles œuvrant dans le domaine de l'éducation.

5.10.1 Le maintien de l'attention en formation en ligne asynchrone

Les résultats de cette étude ont montré qu'il est tout à fait possible de maintenir l'attention de personnes participant à une formation en ligne asynchrone sur une durée de 30 minutes. Cependant, pour y arriver,

les pratiques validées par la recherche doivent être appliquées. L'utilisation d'une variété de types d'activités où les personnes apprenantes sont engagées mentalement avec les contenus, incluant les vidéos de démonstration, est particulièrement importante. De plus, les résultats qualitatifs tendent à montrer que la pertinence des contenus joue un rôle primordial pour susciter la motivation des personnes apprenantes à porter attention aux contenus ainsi que la motivation à transférer. En conséquence, les organisations auraient avantage à s'assurer que leurs équipes de formation valident les besoins du personnel, éliminent le contenu superflu des formations, contextualisent le plus possible les contenus et utilisent les bonnes pratiques de conception en ligne asynchrone.

5.10.2 Le niveau de littératie et de littératie numérique des personnes apprenantes

Les résultats ont montré qu'il est important de se préoccuper du niveau de littératie et de littératie numérique des personnes participant à la formation. D'une part, les équipes de conception devraient adapter les instruments de mesure au niveau moyen de scolarité des personnes participantes afin de réduire la charge cognitive lors de l'apprentissage. D'autre part, il serait important de donner des instructions en juste à temps ou en préformation sur le fonctionnement de certaines activités interactives incluses dans les formations en ligne.

5.10.3 La modalité hybride pour le développement des compétences techniques

Afin de tenir compte de la diversité des niveaux de connaissances, d'expérience antérieure et d'aisance avec la technologie des personnes apprenantes, une modalité de formation hybride apparaît comme la plus appropriée pour le développement des compétences techniques. Dans le cadre de cette étude, un module de formation en ligne asynchrone a permis au personnel de s'approprier, à son propre rythme, les connaissances déclaratives et procédurales à un niveau de profondeur adapté à son niveau de connaissances antérieures. Par ailleurs, plusieurs techniques permettent maintenant d'ajuster les contenus en fonction des connaissances antérieures des personnes apprenantes. Il serait pertinent de considérer l'intégration de ces outils lors de la conception de formations asynchrones ou hybrides. Il faudrait également considérer d'ajouter une session en présentiel en complément des modules asynchrones. Cette session offrirait l'occasion de manipuler des charges et poser des questions, favorisant l'acquisition de connaissances conditionnelles, voire stratégiques. En ce sens, cette étude fournit un argument supplémentaire aux personnes praticiennes en faveur de l'adéquation entre la modalité choisie et les objectifs d'apprentissage visés.

5.10.4 L'intention de formation

Toujours en lien avec le niveau d'expérience antérieure, lorsque la formation s'adresse à des personnes ayant déjà un minimum de connaissances ou d'expérience comme ce fut le cas dans cette étude, les équipes de formation devraient insister sur l'intention de mise à jour des connaissances plutôt que sur le développement de nouvelles connaissances. Cette information devrait faire partie de l'introduction de la formation, avec les bénéfices et les avantages pour les personnes de participer à la formation (le *what's in it for me*), afin d'orienter les intentions d'apprentissages des personnes participantes. Si le niveau de connaissances ou d'expérience antérieures est assez élevé, les équipes de formation pourraient considérer ne pas offrir de formation du tout et remplacer celle-ci par de simples questionnaires sur les comportements permettant de réfléchir à la pratique professionnelle. Ces questionnaires pourraient, au besoin, permettre d'identifier les portions de la formation auxquelles les personnes devraient participer.

5.10.5 Le personnel praticiens en milieu de travail et en milieu académique

Les résultats de cette étude ont montré que les personnes praticiennes devraient arrêter de se préoccuper de l'attention que les personnes participantes accordent à chacun des éléments individuels dans la formation. En lien avec le modèle dynamique du transfert de Blume *et al.* (2019), le personnel puise dans la formation les éléments qu'il juge les plus pertinents pour améliorer sa performance au travail et ces éléments diffèrent d'une personne à l'autre.

De plus, il serait intéressant pour l'ensemble de la société québécoise de professionnaliser les métiers liés à la formation et au développement des compétences dans les organisations. Plus spécifiquement, les curriculums de programmes destinés aux personnes exerçant les rôles de personne formatrice, de responsable de la conception pédagogique et de gestionnaires de la formation devraient inclure les connaissances en lien avec les pratiques validées par la recherche.

Le milieu académique de tous les niveaux se tourne de plus en plus vers la formation en ligne asynchrone pour diffuser des contenus de formation. Bien que les visées d'apprentissage et d'évaluation diffèrent assez entre le milieu académique et le milieu de travail, les recommandations formulées pour le milieu de travail peuvent s'appliquer pour la conception des formations en ligne asynchrone en milieu scolaire.

5.11 Les pistes de recherche futures

Cette étude a initié l'exploration des liens entre l'attention, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages dans un contexte naturel. Étant donné le d'études menées dans un tel cadre, de nombreuses études complémentaires sont nécessaires pour approfondir la compréhension de ces relations. Ces travaux futurs permettront de dégager pratiques fondées et pertinentes, tant pour les personnes praticiennes de la formation en milieu de travail que pour celles du milieu éducatif.

5.11.1 Réaliser des études similaires avec d'autres échantillons

Cette étude ayant été menée exclusivement auprès de personnel travaillant de nuit, il serait pertinent d'examiner l'influence des horaires de travail sur l'attention et l'apprentissage. Étant donné que les cycles circadiens affectent les capacités attentionnelles (Valdez, 2019), une étude comparative pourrait être menée entre des groupes travaillant uniquement sur des horaires de jour ou de nuit ainsi que sur d'autres alternant entre ces deux horaires.

Par ailleurs, les personnes participant à cette étude possédaient généralement un niveau de connaissances antérieures assez élevé. Comme les connaissances antérieures influencent la charge cognitive nécessaire pour comprendre du nouveau contenu de formation (Mayer, 2021), il serait également intéressant reproduire cette étude avec des personnes n'ayant aucune expérience en manutention des matériaux. Ainsi, une comparaison des résultats des deux études pourrait mener à des recommandations pour les responsables de la conception de formations en ligne asynchrones afin d'augmenter le transfert des apprentissages en milieu de travail.

Finalement, une des limites importantes de cette étude réside dans la petite taille de l'échantillon. Il serait intéressant de réaliser une étude similaire à plus grande échelle, afin d'obtenir plus de puissance statistique dans les analyses et de renforcer la validité des conclusions.

5.11.2 Mesurer l'attention avec des équipements cliniques portatifs qui permettent de nettoyer les données EEG

Une autre limite de cette étude réside dans l'impossibilité de nettoyer les données EEG pour en retirer les artéfacts oculaires et musculaires, à cause de l'utilisation du casque Unicorn à 8 électrodes. Il serait intéressant de faire une étude similaire avec des casques EEG portatifs et peu coûteux, mais dotés d'un

nombre d'électrodes assez élevé pour permettre de nettoyer les données. De cette manière, les données d'EEG pourraient être considérées comme plus fiables et plus fidèles.

5.11.3 Mieux comprendre la charge cognitive réelle de différents types d'activités dans les formations en ligne asynchrones

Un des résultats étonnants de cette étude réside dans la différence entre l'attention réelle et l'attention attendue pour les différents types d'activités dans une formation en ligne asynchrone. À notre connaissance, aucune étude ne s'est penchée sur la charge cognitive réelle des différents types d'activités dans les formations en ligne asynchrones. Dès lors, cette charge cognitive est généralement estimée par les concepteurs et conceptrices pédagogiques ou les spécialistes de contenu qui construisent la formation. Il serait intéressant d'étudier l'attention réelle à différents types d'activités dans différentes formations en ligne asynchrones et d'utiliser des questionnaires pour déterminer quelle proportion de cette attention découle du type d'activité, de la motivation à apprendre, du niveau de difficulté du contenu et de l'intérêt pour le sujet. Les résultats d'une telle étude pourraient guider les responsables de la conception pédagogique dans une présentation plus efficace des contenus de formation. Ils pourraient, par exemple, servir à éclairer sur la charge cognitive réelle des activités de réflexion et des lectures passives ou des lectures animées ainsi que sur le niveau de difficulté des questions.

De même, une étude à grande échelle impliquant des personnes possédant différents niveaux d'expérience, de motivation et de connaissances sur les sujets à participer ainsi que des formations en ligne avec diverses activités d'apprentissage — lecture avec ou sans mise en récit (*storytelling*), questions de différente nature, etc. — pourrait mieux distinguer les facteurs influençant l'engagement cognitif dans une formation en ligne asynchrone.

Finalement, certains milieux de recherche commencent à s'intéresser à l'impact des émotions sur l'engagement dans la formation en milieu de travail ou en milieu universitaire (p. ex. Fidan et Koçak Usluel, 2024; Giarrizzo et Delobbe, 2023). Il serait intéressant de s'attarder aux liens entre l'attention, l'engagement émotif et le transfert des apprentissages en ajoutant la mesure des émotions aux mesures d'attention réelle requise par différents types d'activités dans les formations en ligne asynchrones.

5.11.4 Étudier l'effet des questionnaires prétests et posttests sur le transfert des apprentissages

Certaines personnes ayant participé à cette étude ont mentionné avoir modifié leurs comportements davantage en raison des questionnaires prétests et posttests qu'en raison de la formation, surtout qu'elles considéraient cette dernière comme une mise à jour de leurs connaissances. Il serait intéressant de réaliser une étude expérimentale comparant le transfert des apprentissages pour trois groupes possédant des connaissances antérieures sur un sujet, soit :

- a. un groupe ne remplissant que les questionnaires prétests et posttests, sans participer à la formation;
- b. un groupe ne participant qu'à la formation, sans remplir de questionnaires;
- c. un groupe remplissant les questionnaires et participant à la formation.

Il faudrait cependant que le transfert soit mesuré essentiellement par observation externe pour éviter l'utilisation de questionnaires pour le groupe b. Il pourrait également être intéressant d'adopter le protocole à quatre groupes de Solomon, comme l'ont utilisé Mai *et al.* (2020) dans leur étude portant sur l'efficacité d'interventions postformations sur le transfert des apprentissages.

Finalement, une variante de l'étude pourrait utiliser des questionnaires prétests contenant des items mesurant autrement le niveau de connaissances antérieures que par des questions standards sur les contenus à venir dans la formation. Cette méthode, proposée par Mayer (2021), pourrait limiter l'effet de prétest.

5.11.5 Étudier l'effet des différences personnelles sur l'apprentissage et le transfert des apprentissages

Depuis quelques années, les milieux organisationnels s'intéressent de plus en plus à la neurodiversité et à ses impacts sur le fonctionnement des équipes. Certaines organisations commencent également à réfléchir aux moyens de favoriser l'apprentissage pour l'ensemble de son personnel, incluant les personnes avec des conditions neurologiques. Il serait intéressant d'explorer l'effet des différences personnelles sur le transfert des apprentissages, au-delà des facteurs connus comme la motivation et le sentiment d'efficacité personnelle. Par exemple, les personnes avec un déficit d'attention ou les personnes avec un trouble d'apprentissage jouissent de mesures d'accommodement dans le système éducatif québécois dès le primaire, et ce, jusqu'à l'université. Mais qu'en est-il lorsque ces personnes intègrent le milieu de travail? Les organisations montrent-elles une ouverture ou disposent-elles des équipements

nécessaires pour offrir de tels accommodements lors des formations? Comment les équipes de formation voient-elles leur rôle et leurs responsabilités dans le développement des compétences des personnes avec des conditions neurologiques? Des études exploratoires qualitatives pourraient être menées sur les mécanismes mis en place tant par le personnel que par les organisations pour favoriser l'apprentissage en milieu de travail pour l'ensemble du personnel.

5.11.6 Comparer l'efficacité de différentes modalités pour le transfert

De nombreuses études ont comparé l'efficacité de la modalité asynchrone avec d'autres modalités pour l'acquisition de connaissances. La conclusion principale de ces études et métaanalyses indique que ce n'est pas tant la modalité qui influence le plus l'apprentissage, mais plutôt l'application rigoureuse des principes validés par la recherche pour chacune des modalités (Abrami *et al.*, 2008; Kraiger et Ford, 2021; Sitzmann *et al.*, 2006; Tallent-Runnels *et al.*, 2006). Dans cette perspective, la recherche sur les modalités de formation devrait désormais s'orienter vers des questions plus ciblées. Déjà il y a déjà plus de quinze ans, Norman (2008) proposait le débat suivant :

la bonne question de recherche n'est plus « est-ce que la formation en ligne asynchrone est plus *efficace* que les autres modalités de formation? », mais plutôt « pour quels *types* d'apprentissage est-ce que la formation en ligne serait plus *efficace* qu'une autre modalité? » [notre traduction] (p. 251)

Allant encore plus loin, Noesgaard (2016) soutient qu'aucune de ces modalités ne peut être pleinement efficace lorsqu'utilisée isolément. Il est donc nécessaire de combiner plusieurs interventions pour favoriser un réel changement dans les pratiques professionnelles. Cette approche rejoint les apports de la neurodidactique, qui souligne l'importance de l'activation répétée des circuits neuronaux impliqués dans le nouveau savoir ou savoir-faire à développer (Masson, 2020).

En conséquence, il serait pertinent d'explorer les contextes dans lesquelles la formation en ligne asynchrone peut s'avérer efficace pour favoriser le transfert des apprentissages. Plutôt que de centrer sur l'acquisition de connaissances, ces études gagneraient à se centrer non seulement sur les différentes combinaisons des modalités et les moyens de soutenir le transfert des apprentissages, mais également sur les domaines de contenu, les différentes situations de transfert, ainsi que les impacts sur les indicateurs de performance organisationnelle.

CONCLUSION

Aujourd'hui, la formation en ligne asynchrone constitue une modalité incontournable de la formation en milieu de travail. Elle s'emploie dans presque tous les domaines de formation et par des organisations de toutes tailles. Elle convient particulièrement en contexte de décentralisation du personnel et du travail à distance, répondant ainsi au besoin d'offrir la formation au bon moment et au bon endroit, tout en réduisant les coûts de formation. Cependant, l'efficacité de cette modalité continue de susciter des préoccupations, tant dans les milieux de recherche que chez les équipes de formation, notamment en ce qui a trait au transfert des apprentissages. Malgré son adoption répandue, peu d'études ont mesuré le transfert réel des apprentissages après une formation en ligne asynchrone, surtout en milieu naturel.

Cette étude doctorale a donc été conçue dans le but d'explorer les liens entre l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone, l'acquisition et la rétention de connaissances ainsi que le transfert des apprentissages en milieu de travail. En effet, l'attention des personnes apprenantes envers les contenus de formation est considérée dans certains modèles comme un facteur clé influençant la capacité à transférer les apprentissages. Des études antérieures ont mis en évidence l'importance de capter et de maintenir l'attention tout au long du processus d'apprentissage pour favoriser un transfert efficace, ce qui peut être accompli en concevant des activités engageantes. Toutefois, l'attention ne saurait expliquer à elle seule les différences dans l'acquisition de connaissances. D'autres facteurs, comme le niveau de littératie, les connaissances antérieures et la motivation à apprendre, semblent exercer une influence plus déterminante.

Des considérations méthodologiques importantes doivent également être prises en compte dans les études explorant les liens entre attention, connaissances et transfert. La mesure de l'attention se révèle complexe et nécessite l'utilisation d'instruments adaptés pour produire des données fiables. De même, le transfert des apprentissages est difficile à évaluer de manière standardisée en l'absence d'instruments validés. L'utilisation d'un échantillon naturel permet de se rapprocher des conditions réelles de formation, mais elle limite la généralisation des résultats. Pour répondre à ces défis, cette étude a adopté un devis mixte à visée exploratoire, combinant des mesures neurophysiologiques d'attention, des données quantitatives sur l'acquisition et la rétention de connaissances, ainsi que des données quantitatives et qualitatives sur le transfert des apprentissages.

Malgré l'absence de corrélations significatives et positives entre l'attention, l'acquisition de connaissances et le transfert des apprentissages, cette étude a permis de mettre en lumière la complexité des relations entre ces variables. Elle a notamment confirmé qu'il est possible de maintenir un niveau d'attention soutenu pendant près de 30 minutes dans une formation en ligne asynchrone, pour autant que les principes pédagogiques validés par la recherche soient respectés, que le contenu soit perçu comme pertinent et que la personne apprenante reste motivée à apprendre. En ce sens, cette étude contribue à défaire le mythe de l'attention limitée à quelques secondes ou minutes dans les cours en ligne asynchrones. Elle montre également que l'acquisition de connaissances dans cette modalité est possible, même chez des personnes possédant un niveau de connaissances antérieures ou d'expertise élevé et que certains formats, comme les vidéos de démonstration, sont particulièrement appréciés. Toutefois, les résultats suggèrent qu'une approche hybride combinant formation en ligne asynchrone et accompagnement pratique s'avèrerait plus efficace pour le développement de compétences techniques.

Par ailleurs, cette étude a mis en évidence que l'attention portée à la formation ne constitue pas un facteur prédictif direct du transfert des apprentissages. D'autres facteurs, comme la pertinence perçue de la formation, l'intérêt envers le sujet, la motivation à apprendre et surtout les connaissances et expériences antérieures semblent jouer un rôle plus important. Ces résultats appuient une conception dynamique et individualisée du transfert, telle que proposée par Blume *et al.* (2019), dans laquelle les personnes apprenantes sélectionnent les contenus qu'ils jugent pertinents dans la formation et évaluent leurs comportements en ajustant leurs pratiques en fonction de la rétroaction reçue.

De cette étude découlent des implications pratiques fondamentales pour les responsables de la formation en organisation. En comprenant mieux les facteurs qui influencent l'attention ainsi que l'acquisition et la rétention de connaissances, ils pourront adapter les stratégies pédagogiques pour optimiser le transfert des apprentissages dans le milieu de travail. Ces considérations peuvent également revêtir une pertinence pour les personnes praticiennes du milieu éducatif qui adoptent de plus en plus les formations en ligne asynchrones comme modalité de formation au sein des programmes de formation.

En somme, cette étude doctorale contribue à enrichir la compréhension des mécanismes d'apprentissage et de transfert dans les environnements de formation en ligne asynchrones. Elle ouvre de nouvelles perspectives de recherche en psychologie de l'apprentissage numérique, notamment en ce qui concerne l'optimisation des dispositifs de formation asynchrone en milieu professionnel. Elle invite à dépasser les

approches linéaires pour adopter une vision plus nuancée, intégrant les caractéristiques individuelles, les contextes d'application et les dynamiques d'autoévaluation dans l'analyse du transfert des apprentissages.

ANNEXE A

Affiche de recrutement



PORTEZ-VOUS ATTENTION DANS VOS FORMATIONS?

OBJECTIF

Mesurer l'attention portée à une formation en ligne et l'impact de cette formation sur le transfert en milieu de travail

VOUS ÊTES LA PERSONNE IDÉALE SI...

VOUS ÊTES...

- un.e nouvel.le employé.e
- droitier.e

VOUS N'AVEZ PAS...

- encore fait votre formation sur l'hygiène posturale
- de troubles neurologiques (p. ex. épilepsie ou TDA)
- subi d'opération de la vue au laser
- d'astigmatisme



CE QUE VOUS AUREZ À FAIRE

À l'entrepôt et sur votre temps de travail...



60 min 29 janvier

- Participer à une session d'information
- Répondre à deux courts questionnaires

90 min Entre 5 et 16 février

- Prendre des données EEG/d'oculométrie pendant une formation
- Répondre à deux courts questionnaire

30 min 11 mars

- Répondre à deux courts questionnaires

60 min Le 25 OU le 26 mars

- Participer à une entrevue (Quelques participants seulement!)

CONFIDENTIALITÉ

- Toutes les informations personnelles ou pouvant mener à votre identification seront anonymisées
- Tous les documents seront protégés



PARTICIPATION VOLONTAIRE

Vous pouvez vous retirer à tout moment

Pour participer ou pour toute question :
lanoix.sophie@courrier.uqam.ca | 450-463-1835, poste 61751

ANNEXE B

Formulaires d'information et de consentement

Formulaire distribué aux manutentionnaires volontaires pour participer à l'étude

Étudiante-chercheure

Sophie Lanoix
Doctorante en éducation
Université du Québec à Montréal (UQAM)
450-463-1835 poste 61751
lanoix.sophie@courrier.uqam.ca

Direction de recherche

Patrick Charland, MSc, PhD
Professeur titulaire, Département de
didactique
Université du Québec à Montréal (UQAM)
514-987-3000 poste 8269
charland.patrick@uqam.ca

Yves Chochard
Professeur, Faculté des sciences de
l'éducation
Université du Québec à Montréal (UQAM)
514-987-3000 poste 4992
chochard.yves@uqam.ca

Préambule

Nous vous demandons de participer à un projet de recherche qui implique de participer à une formation en ligne asynchrone et de répondre à des questionnaires. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles.

Description du projet et de ses objectifs

Ce projet de recherche vise à déterminer de quelle manière l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone affecte le transfert des apprentissages en milieu de travail. Pour ce faire, nous recherchons 30 personnes volontaires pour participer à une formation en ligne asynchrone portant sur la manutention manuelle des matériaux. Cette formation se déroulera sur les lieux de travail et pendant vos heures de travail régulières. Le projet vise à répondre à quatre objectifs spécifiques de recherche :

1. Mesurer l'attention portée aux activités dans un cours en ligne asynchrone en milieu de travail
2. Déterminer comment l'attention affecte l'acquisition des connaissances
3. Déterminer comment l'attention portée aux activités d'apprentissage affecte le transfert des apprentissages
4. Déterminer comment l'apprentissage de connaissances influence le transfert des apprentissages

Nature et durée de votre participation

Comme cette étude s'intéresse à mieux comprendre l'apprentissage et le transfert, elle utilisera plusieurs outils de collecte de données et se déroulera en quatre temps :

Temps 1 — La semaine précédant la participation à la formation (1 heure)

Vous serez invités à participer à une rencontre préliminaire où l'on vous expliquera en détail le déroulement de l'étude. À cette rencontre, vous devrez signer le formulaire de consentement actuel. Ensuite, vous aurez à remplir des questionnaires nous permettant de faire des comparaisons avec les données recueillies plus tard dans l'étude. De plus, afin d'avoir un œil externe sur les comportements, un formateur sera également appelé à répondre à un questionnaire sur vos comportements actuels en manutention des matériaux.

A. Questionnaires à compléter

- Vos données démographiques
- Vos connaissances préalables
- Vos comportements actuels en manutention des matériaux

Temps 2 — La participation à la formation asynchrone (1,5 heure)

À la date et à l'heure qui aura été convenue avec les responsables de la formation, vous participerez à une formation en ligne asynchrone portant sur la manutention manuelle des matériaux dans une salle de formation sur les lieux de votre travail. Pendant votre participation, des mesures d'attention seront prises à l'aide d'un casque EEG et d'un oculomètre. Les données seront enregistrées pour des fins d'analyse.

A. Collecte du signal électrique de votre cerveau (EEG)

Nous allons placer un casque avec 8 capteurs secs sur votre tête. Ces capteurs ne comportent aucun risque pour votre cuir chevelu ou votre cerveau. Ils ne provoquent aucune douleur, ne nécessitent aucune piqure et ne blessent la peau en aucune manière. Il est nécessaire que la chercheuse touche à votre tête lors de l'installation du casque, car il n'est pas possible de l'installer vous-même. **Vous avez le droit de refuser que le casque soit placé sur votre tête. Dans ce cas, vous ne pourrez pas participer à l'expérimentation.**

B. Collecte des données du mouvement des yeux (oculométrie)

Nous allons vous faire porter des lunettes pour collecter des données oculométriques. L'oculomètre utilise une caméra à lumière infrarouge pour calculer la direction de votre regard à l'écran. Au début de l'expérience, une courte calibration est requise. Nous vous

demandons de fixer des points précis sur l'écran de l'ordinateur. L'utilisation de l'oculomètre est complètement non intrusive. La lumière infrarouge utilisée ne comporte aucun risque. **Vous avez le droit de refuser que l'oculomètre soit utilisé. Dans ce cas, vous ne pourrez pas participer à l'expérimentation.**

C. Questionnaires à compléter

À la fin de la formation, vous devrez répondre à 2 questionnaires portant sur :

- ce que vous avez appris pendant la formation
- les facteurs qui influencent votre transfert des apprentissages en milieu de travail

Temps 3 — Quatre semaines après la participation à la formation (30 minutes)

Environ quatre semaines après la formation, vous devrez répondre une nouvelle fois à des questionnaires. Ces données seront comparées aux données prises au temps 1 afin de voir l'évolution dans vos connaissances sur le sujet de la manutention des matériaux et de mesurer le transfert réel de vos apprentissages en milieu de travail. De plus, comme avant la formation, un formateur sera également appelé à répondre à un questionnaire sur vos comportements en manutention des matériaux.

A. Questionnaires à compléter

- Vos connaissances maintenues sur la manutention des matériaux
- Vos comportements transférés en manutention des matériaux

Temps 4 — Cinq semaines après la participation à la formation (1 heure)

Dans les deux semaines suivant la complétion des derniers questionnaires, quelques participants seront invités à des entretiens. Ces rencontres vous permettront d'expliquer comment vous avez adapté vos apprentissages et ce qui vous a incité ou non à changer vos comportements après la formation. Ces entretiens seront enregistrés pour des fins d'analyse.

Avantages liés à la participation

L'avantage pour vous de participer à cette étude est de diminuer vos risques de vous blesser en manipulant des charges et, en conséquence, de réduire votre absentéisme au travail dû aux blessures.

Risques liés à la participation

En principe, aucun risque n'est lié à la participation à cette recherche. Les équipements utilisés pour collecter le signal électrique de votre cerveau (EEG) et le mouvement de vos yeux (oculométrie) ont tous été homologués au Canada et répondent aux normes de sécurité de Santé Canada ou du Conseil canadien des normes (organisme relevant du Parlement du Canada) pour une utilisation dans un contexte de recherche. Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants (CERPÉ plurifacultaire) de l'UQAM autorise l'utilisation de ces instruments et logiciels. Le personnel affecté à cette étude ne détient aucune formation pour **l'interprétation médicale** des données physiologiques, neurophysiologiques et oculométriques; par conséquent, aucune interprétation individuelle de vos données ou diagnostic de santé ne sera fourni à la fin

de l'expérience.

Confidentialité

Tous les renseignements recueillis lors des questionnaires, pendant la formation et lors des entretiens sont confidentiels. Seuls les membres de l'équipe de recherche auront accès à ces données. Tout le matériel de recherche ainsi que votre formulaire de consentement seront conservés dans un dossier sécurisé. Afin de protéger votre identité et la confidentialité des données recueillies auprès de vous, vous serez toujours identifié(e) par un code alphanumérique. Ce code associé à votre nom ne sera connu que du chercheur responsable du projet. Les enregistrements audios numériques seront effacés au terme de l'étude. Les renseignements personnels seront détruits cinq ans après la collecte de données.

Participation volontaire et retrait

Votre participation est entièrement libre et volontaire. Cela signifie que vous acceptez de participer au projet sans aucune contrainte ou pression extérieure, y compris de votre employeur. Vous pouvez refuser d'y participer ou vous retirer en tout temps sans devoir justifier votre décision. **Si vous décidez de vous retirer de l'étude, vous pouvez en aviser Sophie Lanoix verbalement ou par courriel.** Dans ce cas, et à moins d'une directive contraire de votre part, les documents vous concernant seront détruits. Votre accord à participer implique également que vous acceptez que l'équipe de recherche puisse utiliser les renseignements recueillis à la condition qu'aucune information permettant de vous identifier ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part. Les résultats pourront être diffusés au moyen d'articles scientifiques ou professionnels, de mémoires ou de thèses, de conférences et de communication scientifiques.

Indemnité compensatoire

Aucune indemnité compensatoire n'est prévue. Le temps de participation à cette étude est prévu sur votre temps de travail et non sur votre temps personnel.

Clause de responsabilité

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, le commanditaire ou les institutions impliquées de leurs obligations légales et professionnelles.

Des questions sur le projet?

Pour toute question additionnelle sur le projet et sur votre participation, vous pouvez communiquer avec nous :

Sophie Lanoix	450-463-1835 poste 61751	lanoix.sophie@courrier.uqam.ca
Patrick Charland	514-987-3000 poste 8269	charland.patrick@uqam.ca
Yves Chochard	514-987-3000 poste 4992	chochard.yves@uqam.ca

Des questions sur vos droits?

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordination du CERPE :

- par courriel au cerpe-pluri@uqam.ca ou à ciereh@uqam.ca
- par téléphone au 514-987-3000 poste 7753

Pour toute autre question concernant vos droits en tant que personne participante à ce projet de recherche ou pour formuler une plainte, vous pouvez communiquer avec le bureau de la protectrice universitaire de l'UQAM :

- courriel : protectriceuniversitaire@uqam.ca
- téléphone : 514-987-3151

Remerciements

Votre collaboration est essentielle à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier.

Utilisation secondaire des données

Il est possible que les données de recherche soient utilisées pour réaliser d'autres projets de recherche dans le même domaine. Ces projets de recherche seront évalués et approuvés par un Comité d'éthique de la recherche de l'UQAM avant leur réalisation. Les données de recherche seront conservées de façon sécuritaire. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des données de recherche, vous ne serez identifié que par un numéro de code.

Acceptez-vous que vos données de recherche soient utilisées dans le futur par d'autres chercheurs à ces conditions?

☐ Oui ☐ Non

Consentement

Êtes-vous âgé de MOINS de 18 ans?	OUI ☐	NON ☐
Avez-vous des allergies cutanées ou des sensibilités particulières?	OUI ☐	NON ☐
Utilisez-vous actuellement une teinture capillaire?	OUI ☐	NON ☐
Avez-vous un stimulateur cardiaque?	OUI ☐	NON ☐
Avez-vous une correction de vue au laser ou de l'astigmatisme?	OUI ☐	NON ☐
Avez-vous besoin de lunettes pour travailler à l'ordinateur?	OUI ☐	NON ☐
Souffrez-vous ou avez-vous souffert d'épilepsie?	OUI ☐	NON ☐
Avez-vous un problème de santé diagnostiqué?	OUI ☐	NON ☐
Avez-vous un diagnostic neurologique ou psychiatrique?	OUI ☐	NON ☐

Je déclare avoir lu et compris le présent projet, la nature et l'ampleur de ma participation, ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tels que présentés dans le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des réponses à ma satisfaction.

Je, soussigné(e), accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans préjudice d'aucune sorte. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision. Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise.

Prénom Nom

Signature

Date

Engagement de la chercheuse

Je, soussigné(e) certifie

- avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire;
- avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard;
- lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus;
- que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.

Sophie Lanoix

Date

Formulaire distribué aux personnes formatrices volontaires pour participer à l'étude :

Étudiante-chercheure

Sophie Lanoix
Doctorante en éducation
Université du Québec à Montréal (UQAM)
450-463-1835 poste 61751
lanoix.sophie@courrier.uqam.ca

Direction de recherche

Patrick Charland, MSc, PhD
Professeur titulaire, Département de
didactique
Université du Québec à Montréal (UQAM)
514-987-3000 poste 8269
charland.patrick@uqam.ca

Yves Chochard
Professeur, Faculté des sciences de
l'éducation
Université du Québec à Montréal (UQAM)
514-987-3000 poste 4992
chochard.yves@uqam.ca

Préambule

Nous vous demandons de participer à un projet de recherche qui implique de participer à une formation en ligne asynchrone et de répondre à des questionnaires. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles.

Description du projet et de ses objectifs

Ce projet de recherche vise à déterminer de quelle manière l'attention portée aux activités dans une formation en ligne asynchrone affecte le transfert des apprentissages en milieu de travail. Pour ce faire, nous recherchons 30 personnes volontaires pour participer à une formation en ligne asynchrone portant sur la manutention manuelle des matériaux ainsi qu'un formateur. Cette étude et la formation se dérouleront sur les lieux de travail et pendant vos heures de travail régulières. Le projet vise à répondre à quatre objectifs spécifiques de recherche :

1. Mesurer l'attention portée aux activités dans un cours en ligne asynchrone en milieu de travail
2. Déterminer comment l'attention affecte l'acquisition des connaissances
3. Déterminer comment l'attention portée aux activités d'apprentissage affecte le transfert

- des apprentissages
4. Déterminer comment l'apprentissage de connaissances influence le transfert des apprentissages

Nature et durée de votre participation

Comme cette étude s'intéresse à mieux comprendre l'apprentissage et le transfert, elle utilisera plusieurs outils de collecte de données et se déroulera en quatre temps. Vous serez sollicité aux temps 1 et 3 de l'étude :

Temps 1 — La semaine précédant la participation à la formation (3,5 heures)

Vous serez invités à participer à une rencontre préliminaire où l'on vous expliquera en détail le déroulement de l'étude. À cette rencontre, vous devrez signer le formulaire de consentement actuel (1 heure).

Dans les deux jours suivants, vous aurez à remplir un questionnaire d'évaluation des comportements actuels pour les 15 des 30 participants à l'étude qui vous auront été assignés (10 minutes par employé ou employée, soit 2,5 heures).

Temps 2 — La participation à la formation asynchrone

À la date et à l'heure qui aura été convenue avec les responsables de la formation, les employées et employés participeront à une formation en ligne asynchrone portant sur la manutention manuelle des matériaux dans une salle de formation sur les lieux de votre travail. Pendant cette participation, des mesures d'attention seront prises à l'aide d'un casque EEG et d'un oculomètre. À la fin de la formation, les participants devront répondre à 2 courts questionnaires. Vous n'avez rien à faire à cette étape de l'étude.

Temps 3 — Quatre semaines après la participation à la formation (2,5 heures)

Environ quatre semaines après la formation, vous aurez à évaluer une nouvelle fois les comportements des employés. Ces données seront comparées aux données prises au temps 1 afin de mesurer le transfert réel des apprentissages en milieu de travail (10 minutes par employé ou employée).

Temps 4 — Cinq semaines après la participation à la formation

Dans les deux semaines suivant la complétion des derniers questionnaires, quelques participants seront invités à des entretiens. Ces rencontres permettront aux participants d'expliquer comment ils ont adapté leurs apprentissages et ce qui les a incités ou non à changer leurs comportements après la formation. Vous n'avez rien à faire à cette étape de l'étude.

Avantages liés à la participation

L'avantage de participer à cette étude est de d'approfondir vos connaissances de l'évaluation des comportements en milieu de travail, ainsi que des facteurs favorisant le transfert des

apprentissages.

Risques liés à la participation

En principe, aucun risque n'est lié à votre participation à cette recherche.

Confidentialité

Tous les renseignements recueillis lors des questionnaires, pendant la formation et lors des entretiens sont confidentiels. Seuls les membres de l'équipe de recherche auront accès à ces données. Tout le matériel de recherche ainsi que votre formulaire de consentement seront conservés dans un dossier sécurisé. Afin de protéger votre identité et la confidentialité des données recueillies auprès de vous, vous serez toujours identifié(e) par un code alphanumérique. Ce code associé à votre nom ne sera connu que du chercheur responsable du projet. Les renseignements personnels seront détruits cinq ans après la collecte de données.

Dans le cadre de cette étude, vous aurez accès à de l'information confidentielle, telle que le niveau de transfert des employés et employées après la formation. En signant ce formulaire, vous reconnaissez avoir pris connaissance du formulaire de consentement destiné aux participants du projet et par lequel les participants confirment leur acceptation des conditions de la recherche. Vous vous engagez à :

- Assurer la confidentialité des données recueillies, soit à ne pas divulguer l'identité des participants ou toute autre donnée permettant d'identifier un participant;
- Ne pas transmettre à l'organisation les résultats de vos observations à l'employeur
- Assurer la sécurité physique et informatique des données recueillies
- Ne pas conserver de copie des documents contenant des données confidentielles
- Informer la chercheuse principale de toute situation susceptible de compromettre la confidentialité des renseignements et la sécurité des données de recherche

Participation volontaire et retrait

Votre participation est entièrement libre et volontaire. Cela signifie que vous acceptez de participer au projet sans aucune contrainte ou pression extérieure, y compris de votre employeur. Vous pouvez refuser d'y participer ou vous retirer en tout temps sans devoir justifier votre décision. **Si vous décidez de vous retirer de l'étude, vous pouvez en aviser Sophie Lanoix verbalement ou par courriel.** Dans ce cas, et à moins d'une directive contraire de votre part, les documents vous concernant seront détruits. Votre accord à participer implique également que vous acceptez que l'équipe de recherche puisse utiliser les renseignements recueillis à la condition qu'aucune information permettant de vous identifier ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part. Les résultats pourront être diffusés au moyen d'articles scientifiques ou professionnels, de mémoires ou de thèses, de conférences et de communication scientifiques.

Indemnité compensatoire

Aucune indemnité compensatoire n'est prévue. Le temps de participation à cette étude est prévu sur votre temps de travail et non sur votre temps personnel.

Clause de responsabilité

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, le commanditaire ou les institutions impliquées de leurs obligations légales et professionnelles.

Des questions sur le projet?

Pour toute question additionnelle sur le projet et sur votre participation, vous pouvez communiquer avec nous :

Sophie Lanoix	450-463-1835 poste 61751	lanoix.sophie@courrier.uqam.ca
Patrick Charland	514-987-3000 poste 8269	charland.patrick@uqam.ca
Yves Chochard	514-987-3000 poste 4992	chochard.yves@uqam.ca

Des questions sur vos droits?

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordination du CERPE :

- par courriel au cerpe-pluri@uqam.ca ou à ciereh@uqam.ca
- par téléphone au 514-987-3000 poste 7753

Pour toute autre question concernant vos droits en tant que personne participante à ce projet de recherche ou pour formuler une plainte, vous pouvez communiquer avec le bureau de la protectrice universitaire de l'UQAM :

- courriel : protectriceuniversitaire@uqam.ca
- téléphone : 514-987-3151

Remerciements

Votre collaboration est essentielle à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier.

Utilisation secondaire des données

Il est possible que les données de recherche soient utilisées pour réaliser d'autres projets de recherche dans le même domaine. Ces projets de recherche seront évalués et approuvés par un Comité d'éthique de la recherche de l'UQAM avant leur réalisation. Les données de recherche seront conservées de façon sécuritaire. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des données de recherche, vous ne serez identifié que par un numéro de code. Acceptez-vous que vos données de recherche soient utilisées dans le futur par d'autres chercheurs à ces conditions?

☐ Oui ☐ Non

Consentement

Je déclare avoir lu et compris le présent projet, la nature et l'ampleur de ma participation, ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tels que présentés dans le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des réponses à ma satisfaction.

Je, soussigné(e), accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans préjudice d'aucune sorte. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision. Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise.

Prénom Nom

Signature

Date

Engagement de la chercheure

Je, soussigné(e) certifie

- e. avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire;
- f. avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard;
- g. lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus;
- h. que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.

Sophie Lanoix

Date

ANNEXE C

Questionnaire démographique

Cher participant ou participante,

Merci d'avoir accepté de participer à cette étude scientifique. Votre participation est essentielle pour nous permettre de mieux comprendre comment le personnel apprend avec des formations en ligne asynchrones.

Ce formulaire vise à recueillir des informations démographiques qui seront utilisées pour analyser les autres données de l'étude. Votre contribution est totalement volontaire et confidentielle. Les données collectées ici ne seront utilisées qu'à des fins de recherche scientifique et seront traitées avec le plus grand soin et respect de la confidentialité. Les informations personnelles que vous fournissez resteront strictement anonymes et ne seront en aucun cas divulguées à des tiers.

Si vous avez des questions concernant ce formulaire ou l'étude dans son ensemble, n'hésitez pas à nous en parler ou à nous contacter. Nous vous remercions encore de votre implication et de votre soutien à cette recherche.

1. À quel genre vous identifiez-vous
 - Femme
 - Homme
 - Autre (Précisez)
 - Préfère ne pas répondre
2. Quel âge avez-vous?
3. Combien d'années d'expérience avez-vous en manutention des charges?
4. Quel est votre niveau d'expertise en manutention des charges?
 - Likert 1 (Débutant) à 5 (Expert)
5. Quel est votre niveau d'anxiété face à l'utilisation d'un ordinateur dans le contexte du travail?
Likert 1 (Très anxieux.se) à 5 (Pas du tout anxieux.se)
6. Quel est votre niveau d'aisance avec l'autoformation en ligne
Likert 1 (Pas du tout à l'aise) à 5 (Très à l'aise)

ANNEXE D

Test de connaissances (Inst3)

Veillez répondre aux questions au mieux de vos connaissances actuelles. Vos réponses ne seront pas transmises à votre employeur.

Merci de votre collaboration!

Il y a 16 questions dans ce questionnaire.

Identification

*Indiquez votre prénom et votre nom

ANALYSER L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL EN LIEN AVEC LA MANUTENTION À EFFECTUER

*Quelle caractéristique d'une charge est le plus liée aux maux de dos?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Son emplacement
- b. Sa grosseur
- c. Son poids**
- d. Sa stabilité

*Quelles caractéristiques d'une charge influencent votre capacité à bien la tenir en main?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Son emplacement et sa distance de déplacement
- b. Sa forme, sa grosseur et sa distance de déplacement
- c. Sa forme, sa grosseur et sa stabilité**
- d. Sa grosseur, sa stabilité et son emplacement

*Vous devez prendre la caisse en vert. Quel élément de l'environnement devez-vous prendre en considération?

[photo d'une palette vide en avant d'une palette pleine]

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. L'aspect visuel de la palette vide**
- b. La luminosité dans l'emplacement
- c. La forme de la caisse à soulever
- d. La position de l'emplacement par rapport au transpalette

*Outre les caractéristiques de la charge (poids, forme, grosseur, etc.) et de l'environnement (plancher, obstacles, etc.), quelle autre catégorie d'informations devez-vous analyser avant de manipuler une charge?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Le retard dans la tâche (pour la commande, quart, etc.)
- b. L'espace restant sur le transpalette (palette 1 vs palette 2, etc.)
- c. L'environnement ambiant (température, bruit, etc.)
- d. **Les positions de pique et de dépôt (hauteur, distance entre les deux)**

APPLIQUER LES 5 PRINCIPES D'UNE BONNE MANUTENTION

* Outre rapprocher la charge de votre corps, que pouvez-vous faire pour réduire l'effort minimal nécessaire pour déplacer une charge?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Travailler plus lentement
- b. **Diminuer le besoin de se pencher**
- c. Transférer son poids d'un pied à l'autre
- d. Adopter une transition fluide avec une charge lourde

*Pourquoi devez-vous maintenir la courbure naturelle de votre dos?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. **Pour éviter les blessures au dos**
- b. Pour stabiliser et équilibrer mon corps
- c. Pour être capable de soulever une charge plus lourde
- d. Pour mettre à profit mes ressources

*Pourquoi est-il important de plier vos genoux lorsque vous soulevez une charge?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Pour exercer les cuisses et les mollets en plus des bras
- b. Pour garder le dos droit
- c. **Pour transférer une partie du poids du dos vers les genoux et les épaules**
- d. Pour travailler plus rapidement

*Que devez-vous faire pour stabiliser et équilibrer votre corps lorsque vous manipulez une charge de papier essuie-tout (Bounty) qui est volumineuse?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Garder la charge le plus près possible du sol
- b. Placer la charge sur une épaule
- c. Éloigner un peu la charge du corps
- d. **Placer les pieds à la largeur des épaules**

*Vous devez manipuler une caisse de Tide, qui est assez lourde. Laquelle des actions suivantes pourrait augmenter votre risque de blessure au dos?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Choisir une transition par phase
- b. Faire des mouvements brusques**
- c. Garder la caisse près du bassin
- d. Transférer votre poids d'un pied à l'autre

*Quelle caractéristique de la charge vous permettra de choisir entre une transition fluide ou une transition par phase?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Son poids**
- b. Sa grosseur
- c. Sa stabilité
- d. Son centre de gravité

*Comment pouvez-vous utiliser votre corps comme ressource pour faciliter la manutention d'une charge?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. En m'entraînant pour être plus fort.e
- b. En me penchant pour être plus près de la charge
- c. En transférant mon poids d'un pied à l'autre pendant une transition**
- d. En appuyant les charges sur mes hanches ou mes épaules

*Dans la situation suivante, quelle ressource a été utilisée pour réduire l'effort requis dans la manutention de la charge?

[vidéo d'une personne qui glisse une caisse sur sa surface d'appui]

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Les surfaces d'appui**
- b. Le transfert de poids
- c. La gravité de la charge
- d. L'accélération de la transition

PLANIFIER LE TRAVAIL AFIN D'OPTIMISER LES DÉPLACEMENTS ET LES MANIPULATIONS

*Vous venez de prendre 4 caisses de fioles dans l'emplacement 1 et vous devez maintenant prendre 8 caisses de chips dans l'emplacement 2. Où devez-vous positionner le transpalette pour réduire vos déplacements?

[Image d'une allée avec l'emplacement 1 et l'emplacement 2 de part et d'autre de l'allée et en diagonale sur laquelle il y a 4 choix de placement du transpalette, indiqués par les lettres A, B, C et D]

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D**

*Où devez-vous placer la prochaine caisse sur ce transpalette pour éviter d'avoir à les redéplacer ensuite?

[Photo d'un transpalette à moitié plein et un manutentionnaire avec une caisse dans les mains. 4 choix de placement de la caisse sur le transpalette, indiqués par les lettres A, B, C et D]

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. A
- b. B**
- c. C
- d. D

*Vous avez pris du retard parce que vous avez discuté avec un ami pendant 20 minutes. Comment rattrapez-vous votre temps?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. En accélérant mes manutentions les 20 prochaines minutes
- b. En faisant plus de transitions fluides et moins de transitions par phases
- c. En accélérant les prémanoeuvres
- d. En évitant les retards sur les prochaines palettes**

DISCUTER D'UNE SITUATION DE MANUTENTION

*Vous voyez qu'un emplacement est monté de manière à augmenter les risques de blessure. Que faites-vous?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- a. Je corrige le problème moi-même
- b. Je demande à un collègue de m'aider à corriger le problème
- c. J'en parle à mon superviseur**
- d. Je fais un rapport d'incident

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire.

ANNEXE E

Questionnaire sur les comportements pour les employées et employés (Inst4a)

Pour toutes les questions, référez-vous à votre façon actuelle de manipuler des charges dans votre travail au quotidien.

Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses et vos réponses ne seront pas transmises à votre employeur.

Nous voulons seulement faire un portrait de la situation, répondez le plus honnêtement possible.

Merci de votre collaboration!

Il y a 5 questions dans ce questionnaire.

*Quels sont votre prénom et votre nom?

*Pensez à votre façon actuelle de travailler. Faites-vous les actions suivantes avant de manipuler une charge?

	Je fais toujours l'action suivante :							Je réussis très bien l'action suivante :						
	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalement d'accord)	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalement d'accord)
Analyser sa grosseur, sa forme, sa stabilité ainsi que la présence de prises														
Vérifier l'espace disponible pour placer mes pieds, l'état du plancher ainsi que les obstacles sur lesquels je pourrais me blesser														
Vérifier la position de la pige et du dépôt, ainsi que la distance de déplacement														

*Pensez à votre façon actuelle de travailler. Faites-vous les actions suivantes lorsque vous manipulez des charges?

	Je fais toujours l'action suivante :							Je réussis très bien l'action suivante :						
	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalelement d'accord)	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalelement d'accord)
Pour toutes les charges, rapprocher mon corps et diminuer le besoin de me pencher														
Pour toutes les charges, centrer la charge par rapport à mon corps, maintenir la courbure naturelle de mon dos et plier les genoux														
Avec une charge lourde ou instable, placer mes pieds à la largeur des épaules et contrôler ma charge														
Avec une charge lourde ou instable, garder la charge devant moi de la prise au dépôt et éviter les mouvements brusques														
Avec une charge légère, accélérer la transition pour garder la charge moins longtemps dans les mains														
Avec une charge lourde, transférer mon poids d'un pied à l'autre pour faciliter le déplacement														
Profiter de la gravité pour faciliter le déplacement lorsque la charge doit passer d'un endroit élevé à un endroit bas														
Pour toutes les charges, la glisser le plus longtemps possible avant de la soulever														

*Pensez à votre façon actuelle de travailler. Faites-vous les actions suivantes lorsque vous planifiez vos déplacements et vos manutentions?

	Je fais toujours les actions suivantes :							Je réussis très bien les actions suivantes :						
	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalement d'accord)	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalement d'accord)
Positionner le transpalette vis-à-vis l'emplacement de pige à une distance d'épaule de l'emplacement														
Déposer la charge à un endroit optimal sur le transpalette pour éviter la remanutention														
Analyser les causes de mes retards et éviter d'accélérer ma cadence de travail pour reprendre les retards														

*Pensez à votre façon actuelle de discuter de situations de manutention. Faites-vous les actions suivantes lorsque vous rencontrez des situations de manutention problématiques?

	Je fais toujours les actions suivantes :							Je réussis très bien les actions suivantes :						
	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalelement d'accord)	1 (Pas du tout d'accord)	2	3	4	5	6	7 (Totalelement d'accord)
Décrire une situation de manutention avec des termes clairs														
Engager une conversation sur une situation problématique de manutention avec un formateur ou un superviseur														
Proposer des améliorations à l'organisation du travail pour réduire les efforts ou les risques ou pour augmenter la performance														

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire.

ANNEXE F

Questionnaire sur les comportements pour les personnes formatrices (Inst4b)

Pour toutes les questions, référez-vous à la façon actuelle de manipuler des charges de la personne au quotidien.

Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses et vos réponses ne seront pas transmises à l'employeur.

Nous voulons seulement faire un portrait de la situation, répondez le plus honnêtement possible.

Merci de votre collaboration!

IDENTIFICATION

Prénom et nom de la personne pour qui vous remplissez ce questionnaire : _____

ANALYSER L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

*Pensez à la façon actuelle de travailler de la personne. Comment fait-elle les actions suivantes avant de manipuler une charge?

	La personne fait toujours l'action suivante :									La personne réussit très bien l'action suivante :							
	1 = pas du tout d'accord									7 = totalement d'accord							
	1	2	3	4	5	6	7	Non observé		1	2	3	4	5	6	7	Non observé
Analyser sa grosseur, sa forme, sa stabilité ainsi que la présence de prises																	
Vérifier l'espace disponible pour placer ses pieds, l'état du plancher ainsi que les obstacles sur lesquels elle pourrait se blesser																	
Vérifier la position de la pige et du dépôt, ainsi que la distance de déplacement																	

*Quelles sont vos observations sur la façon dont cette personne analyse son environnement de manutention?

APPLIQUER LES 5 PRINCIPES DE MANUTENTION

*Pensez à la façon actuelle de travailler de la personne. Comment fait-elle les actions suivantes lorsqu'elle manipule des charges?

	La personne fait toujours l'action suivante :									La personne réussit très bien l'action suivante :							
	1 = pas du tout d'accord									7 = totalement d'accord							
	1	2	3	4	5	6	7	Non observé		1	2	3	4	5	6	7	Non observé
Pour toutes les charges, rapprocher son corps et diminuer le besoin de se pencher																	
Pour toutes les charges, centrer la charge par rapport à son corps, maintenir la courbure naturelle de son dos et plier les genoux																	
Avec une charge lourde ou instable, placer ses pieds à la largeur des épaules et contrôler sa charge																	
Avec une charge lourde ou instable, garder la charge devant soi de la prise au dépôt et éviter les mouvements brusques																	
Avec une charge légère, accélérer la transition pour garder la charge moins longtemps dans les mains																	
Avec une charge lourde, transférer son poids d'un pied à l'autre pour faciliter le déplacement																	
Profiter de la gravité pour faciliter le déplacement lorsque la charge doit passer d'un endroit élevé à un endroit bas																	

Pour toutes les charges, la glisser le plus longtemps possible avant de la soulever																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Quelles sont vos observations sur la façon dont cette personne met en application les principes de manutention des charges?

PLANIFIER SES DÉPLACEMENTS ET SES MANUTENTIONS

*Pensez à la façon actuelle de travailler de la personne. Comment fait-elle les actions suivantes lorsqu'elle planifie ses déplacements et ses manutentions?

	La personne fait toujours les actions suivantes :								La personne réussit très bien les actions suivantes :							
	1 = pas du tout d'accord								7 = totalement d'accord							
	1	2	3	4	5	6	7	Non observé	1	2	3	4	5	6	7	Non observé
Positionner le transpalette vis-à-vis l'emplacement de pique à une distance d'épaule de l'emplacement																
Déposer la charge à un endroit optimal sur le transpalette pour éviter la remanutention																
Analyser les causes de ses retards et éviter d'accélérer sa cadence de travail pour reprendre les retards																

*Quelles sont vos observations sur la façon dont cette personne planifie ses déplacements et ses manutentions?

DISCUTER DE SITUATIONS DE MANUTENTION

*Pensez à la façon actuelle de cette personne de discuter de situations de manutention. Fait-elle les actions suivantes lorsqu'elle rencontre des situations de manutention problématiques?

	La personne fait toujours les actions suivantes :								La personne réussit très bien les actions suivantes :							
	1 = pas du tout d'accord								7 = totalement d'accord							
	1	2	3	4	5	6	7	Non observé	1	2	3	4	5	6	7	Non observé
Décrire une situation de manutention avec des termes clairs																
Engager une conversation sur une situation problématique de manutention avec un formateur ou un superviseur																
Proposer des améliorations à l'organisation du travail pour réduire les efforts ou les risques ou pour augmenter la performance																

*Quelles sont vos observations sur la capacité de cette personne à discuter de situation de manutentions?

ANNEXE G

Guide d'entretien (Inst5)

INTRODUCTION

Bonjour,

Mon nom est Sophie Lanoix et je suis doctorante à l'Université du Québec à Montréal.

Comme nous avons discuté dans la rencontre en début de projet, l'objectif de mon projet doctoral est de comprendre comment l'attention qu'un employé porte à une formation en ligne asynchrone affecte son transfert des apprentissages en milieu de travail.

À cette étape-ci, je rencontre quelques personnes en entretien afin d'approfondir par une conversation les données recueillies jusqu'à présent. Le but de la rencontre d'aujourd'hui est de vous entendre sur votre expérience de transfert des apprentissages.

Si vous le voulez bien, je vais enregistrer notre conversation pour faciliter l'analyse des données. Comme vous l'avez vu dans le formulaire de consentement, toutes les données en lien avec votre participation à cette étude resteront confidentielles.

QUESTIONS GÉNÉRALES

1. Parlez-moi de vous. Combien de mois ou d'années d'expérience avez-vous :
 - en manutention?
 - chez XXX?
2. Avez-vous déjà suivi des formations sur la manutention avant? Si oui, comment les apprentissages réalisés dans le cadre de ces formations antérieures vous ont-ils aidés dans le cadre de cette formation-ci?

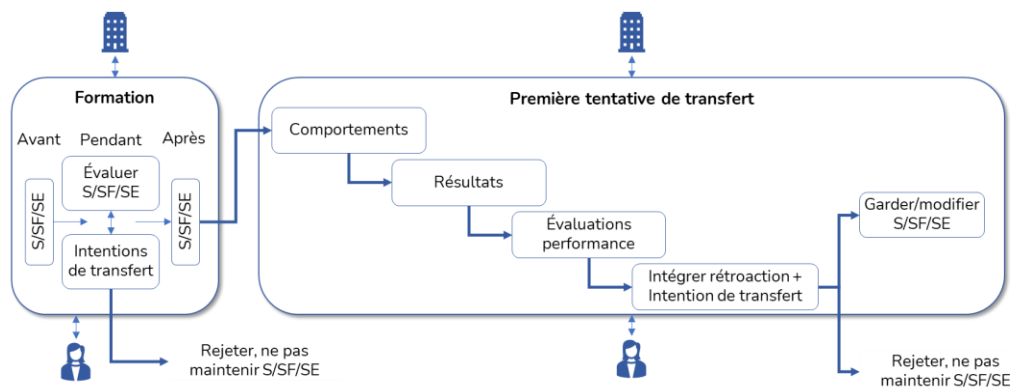
QUESTIONS EN LIEN AVEC L'ATTENTION PERÇUE

1. Qu'avez-vous appris de nouveau dans le cadre de cette formation?
2. De manière générale, de quelles connaissances vous souvenez-vous le plus?
3. Qu'est-ce qui vous a le plus marqué pendant la formation?
4. Qu'est-ce qui a influencé votre attention?
5. Quelles activités d'apprentissage vous ont le plus aidé à mettre en pratique les habiletés apprises dans la formation?

EXPLICITATION DE L'ADAPTATION DU TRANSFERT

6. Décrivez la première fois que vous avez mis en application de ce que vous avez appris dans le cours en ligne.
7. Quels apprentissages avez-vous été en mesure d'utiliser dans le cadre de votre travail?
8. Qu'avez-vous changé dans vos façons de manipuler les charges à la suite de la formation?
9. Quelle adaptation — s'il y en a une — avez-vous dû apporter aux apprentissages réalisés pendant cette formation afin d'être en mesure de les utiliser dans le cadre de votre travail?

QUESTIONS EN LIEN AVEC LA DÉCOMPOSITION DES TENTATIVES DE TRANSFERT



10. Comment avez-vous évalué le résultat de vos nouvelles façons de faire?
11. Quelles rétroactions avez-vous reçues de vos formateurs ou collègues?
12. Qu'avez-vous changé en fonction des commentaires reçus ou de votre autoévaluation?
13. Quels apprentissages avez-vous décidé de garder ou de laisser tomber en fonction de votre expérience de mise en application en milieu de travail?
14. Quelles caractéristiques clés de la formation ont influencé la mise en application (ou non) des apprentissages réalisés en formation? (Par exemple : Le format en ligne asynchrone, les exemples inclus dans la formation, les activités d'apprentissage)

CONCLUSION

Merci beaucoup pour votre temps et pour la qualité de vos réponses.

La prochaine étape de l'étude est d'analyser l'ensemble de toutes les données recueillies jusqu'à présent. Les données individuelles sont confidentielles, mais les résultats de l'ensemble de l'étude seront transmis à l'organisation dans les prochains mois.

Si vous avez des questions ou des préoccupations, n'hésitez surtout pas à me contacter.

Merci encore et je vous souhaite une longue carrière sans blessures!

ANNEXE H

Questionnaire sur les facteurs influençant le transfert (Inst6)

Ce questionnaire vise à évaluer les facteurs qui influencent le transfert de vos apprentissages. Grâce à celui-ci, il sera possible d'identifier les facteurs qui facilitent ou nuisent à votre transfert des apprentissages dans le milieu de travail. Ce questionnaire, comme tous les autres de cette étude, est confidentiel et seules les données compilées seront utilisées.

Veuillez sélectionner le chiffre (1 à 5) correspondant le plus à votre situation ou votre opinion pour chacun des dix-huit énoncés suivants.

Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en désaccord ou en accord	En accord	Fortement d'accord
1	2	3	4	5

Pour les items suivants, veuillez vous référer à la formation en ligne sur l'hygiène posturale

1. La formation va augmenter ma productivité personnelle.
2. Lorsque je quitte la formation, je suis impatient(e) de retourner au travail afin d'essayer ce que j'ai appris.
3. Je crois que la formation va m'aider à mieux faire mon travail actuel.
4. Mes collègues apprécient lorsque j'utilise les nouvelles habiletés que j'ai apprises dans la formation.
5. Mes collègues m'encouragent à utiliser les habiletés que j'ai apprises dans la formation.
6. Au travail, mes collègues s'attendent à ce que j'utilise ce que j'ai appris dans la formation.
7. Les images et vidéos des équipements utilisées lors de la formation en ligne reflètent ceux utilisés réellement dans mon travail.
8. Les méthodes de travail montrées en formation sont assez similaires à ce que nous faisons au travail.
9. J'aime la façon dont la formation ressemble à mon travail.
10. Il est évident pour moi que les personnes qui ont monté la formation comprennent comment j'utiliserai ce que j'ai appris.
11. La formation en ligne utilise plusieurs exemples afin de démontrer comment je pourrais utiliser mon apprentissage au travail.
12. La façon dont la formation en ligne expliquait le contenu fait en sorte que je me sens plus sûre de l'appliquer dans mon travail.

Pour les items suivants, veuillez vous référer à la formation, en général, dans votre organisation.

13. Dans mon groupe, les employés d'expérience ridiculisent ceux qui utilisent les nouvelles techniques apprises en formation.
14. Les employés dans mon groupe ne sont pas disposés à investir les efforts requis afin de changer la façon de faire les choses.
15. Mon groupe de travail est réticent à essayer de nouvelles façons de faire.
16. Au travail, je ne doute jamais de mes capacités d'utiliser de nouvelles habiletés.
17. Je suis certain(e) de pouvoir surmonter les obstacles qui, dans mon travail, m'empêcheraient d'utiliser mes nouvelles habiletés ou connaissances.
18. Au travail, je me sens vraiment sure d'utiliser ce que j'ai appris en formation, même face à des difficultés ou des situations éprouvantes.

ANNEXE I

Codification de la formation pour l'analyse des données neurophysiologiques

Numéro de l'écran	Code de l'écran
1	Ecr1IntroTitreC
2	Ecr2IntroTitreS
3	Ecr3IntroVyond
4	Ecr4IntroVyond
5	Ecr5AnalTitreS
6	Ecr6AnalVyond
7	Ecr7aAnalBase
8	Ecr7bAnalVyond
9	Ecr7cAnalVyond
10	Ecr7dAnalVyond
11	Ecr8aAnalExer
12	Ecr8bAnalRetro
13	Ecr9aAnalExer
14	Ecr9bAnalRetro
15	Ecr10aAnalExer
16	Ecr10bAnalRetro
17	Ecr11aAnalExer
18	Ecr11bAnalRetro
19	Ecr12aAnalExer
20	Ecr12bAnalRetro
21	Ecr13aAnalExer
22	Ecr13bAnalRetro
23	Ecr14AnalLecture
24	Ecr15AnalReflexion
25	Ecr16ApplTitreS
26	Ecr17ApplVyond
27	Ecr18aApplBase

Numéro de l'écran	Code de l'écran
28	Ecr18bApplVideo
29	Ecr18cApplVideo
30	Ecr18dApplVideo
31	Ecr18eApplVideo
32	Ecr18fApplVideo
33	Ecr19ApplVyond
34	Ecr20aApplExer
35	Ecr20bApplRetro
36	Ecr21aApplExer
37	Ecr21bApplRetro
38	Ecr22aApplExer
39	Ecr22bApplRetro
40	Ecr23aApplExer
41	Ecr23bApplRetro
42	Ecr24ApplLecture
43	Ecr25ApplReflexion
44	Ecr26PlanTitreS
45	Ecr27PlanVyond
46	Ecr28aPlanBase
47	Ecr28bPlanLecture
48	Ecr28cPlanLecture
49	Ecr28dPlanLecture
50	Ecr28ePlanLecture
51	Ecr29PlanVyond
52	Ecr30aPlanExer
53	Ecr30bPlanRetro
54	Ecr31aPlanExer
55	Ecr31bPlanRetro
56	Ecr32aPlanExer
57	Ecr32bPlanRetro
58	Ecr33aPlanExer

Numéro de l'écran	Code de l'écran
59	Ecr33bPlanRetro
60	Ecr34PlanLecture
61	Ecr35PlanReflexion
62	Ecr36ConclTitreS
63	Ecr37ConclVyond

ANNEXE J

Liste des codes des données qualitatives

Nom	Fichiers	Références
AA Darlings	8	19
Activité vs Application	5	5
Apprentissage vs Application	3	3
Attention Vs Activité	7	16
Attention vs Application	3	3
Attention vs Contenu	8	9
Difficulté	2	3
Effet observation	6	7
Effet plafond	3	6
Modèle du transfert des apprentissages	10	276
Apprentissage et rétention	10	28
Nouvel apprentissage	9	16
Rétention	7	12
Caractéristiques de l'apprenant	10	76
Anxiété face à l'ordinateur	1	1
Capacités	1	1
Caractéristiques individuelles (ATT)	0	0
Conception de l'apprentissage	1	1
Connaissances antérieures (ATT)	10	23
Expérience antérieure	8	20
Habilité	1	1
Intérêt (ATT)	0	0
Intérêt à faire le travail (LTSI)	2	4
Motivation à apprendre	5	9
Motivation à transférer (LTSI)	6	10
Persévérance	1	1
Personnalité	1	1
Sentiment d'efficacité personnelle [performance] (LTSI)	3	3

Nom	Fichiers	Références
Utilité perçue de la formation	1	1
Conception de la formation	10	67
Adéquation formation-travail	5	9
Conception du transfert (LTSI)	0	0
Contenu manquant dans la formation	8	11
Mise à jour	1	1
Modalité de la formation	10	20
Moment de la formation	5	8
Principes d'apprentissage	0	0
Résonance avec le réel	2	2
Séquence	0	0
Stimulus émotionnels (ATT)	0	0
Validité perçue du contenu (LTSI)	6	10
Environnement de travail	10	34
Capsules	1	1
Environnement physique et social (ATT)	0	0
Espace de travail	3	5
Nature de la tâche (ATT)	0	0
Occasion d'utilisation (LTSI)	1	1
Outils de travail	5	7
Ouverture-Resistance au changement (LTSI)	2	5
Soutien des collègues (LTSI)	4	4
Soutien du formateur après la formation	2	4
Soutien du superviseur (LTSI)	1	1
Résultats	9	71
Bénéfice personnel	2	5
Blessure	4	10
Douleur	6	9
Effort requis	1	1
Fatigue	3	4
Productivité	6	7
Stabilité	6	11

Nom	Fichiers	Références
Vitesse d'exécution	8	21
Modèle dynamique du transfert	10	95
Adaptation des apprentissages	9	17
Attention	9	11
Autoévaluation des apprentissages	8	14
Intention d'apprentissage	1	1
Nouveaux comportements	5	11
Obstacles au transfert	3	3
Première mise à l'essai	8	14
Rejet des comportements	8	11
Rétroaction reçue	10	13
Objectifs d'apprentissage	9	91
Analyser l'environnement	8	17
Appliquer les principes	9	39
Discuter de situation de manutention	2	4
Planifier le travail	8	31
Types d'activités	10	40
Introduction (WIIFM)	2	2
Lecture	2	2
Questionnaires pré-post	1	1
Questions dans le cours	6	10
Rétroactions dans le cours	1	1
Vidéos	9	16
Vyond	6	6

ANNEXE K

Tests de différence d'attention entre les types d'activités

Dans le tableau 41, on peut voir que seulement deux paires d'activités présentaient une différence significative pour la moyenne de l'indice d'attention mesuré par EEG une fois la correction de Bonferonni appliquée, soit :

- Titres – Vidéos de démonstration; et
- Titres – Lecture passive.

Tableau 41 — Tests post hoc pour la moyenne de l'indice d'attention mesurée par EEG

Type d'activité	Titres			Vidéos d'animation			Vidéo de démonstration			Lecture passive			Rétroactions			Réflexions		
	F	P	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a
Vidéos d'animation	-1,05	,133	1,00	--	--	--												
Vidéo de démonstration	-2,26*	,001	,026	-1,21	,084	1,00	--	--	--									
Lecture passive	-2,79*	<,001	,001	-1,74	,013	,277	-0,53	,453	1,00	--	--	--						
Rétroactions	-1,11	,115	1,00	-0,05	,940	1,00	-1,16	,099	1,00	-1,68	,016	,341	--	--	--			
Réflexions	-1,84	,009	,180	-0,79	,260	1,00	0,42	,548	1,00	0,95	,176	1,00	-0,74	,293	1,00	--	--	--
Exercices	-1,26	,072	1,00	-0,21	,764	1,00	-1,00	,154	1,00	-1,53	,029	,618	0,16	,822	1,00	-0,58	,409	1,00

Note. N = 19. ^a Niveau de significativité ajusté par la correction de Bonferroni.

Pour la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG, on peut voir au tableau 42 que cinq paires d'activités présentaient une différence significative une fois la correction de Bonferroni appliquée :

- Titres – Vidéos d'animation;
- Titres – Réflexions;
- Titres – Exercices;
- Vidéos d'animation – Rétroactions; et
- Rétroaction – Réflexions.

Tableau 42 — Tests post hoc pour la variance de l'indice d'attention mesuré par EEG

Type d'activité	Titres			Vidéos d'animation			Vidéo de démonstration			Lecture passive			Rétroactions			Réflexions		
	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a
Vidéos d'animation	-2,68*	<,001	,003	--	--	--												
Vidéo de démonstration	-2,11	,003	,056	0,58	,409	1,00	--	--	--									
Lecture passive	-1,90	,007	,144	0,79	,260	1,00	0,21	,764	1,00	--	--	--						
Rétroactions	-0,11	,881	1,00	2,58*	<,001	,005	-2,00	,004	,091	-1,79	,011	,224	--	--	--			
Réflexions	-2,42*	<,001	,012	0,26	,707	1,00	-0,32	,652	1,00	-0,53	,453	1,00	-2,32*	<,001	,020	--	--	--
Exercices	-2,21*	,002	,034	0,47	,499	1,00	0,11	,881	1,00	0,32	,652	1,00	2,11	,003	,056	-0,21	,764	1,00

Note. N = 19. ^a Niveau de significativité ajusté par la correction de Bonferroni.

Dans le tableau 43, on peut voir six paires d'activités pour lesquelles la moyenne du diamètre des pupilles présentait une différence significative une fois la correction de Bonferroni appliquée :

- Titres – Vidéos d'animation;
- Titres – Lectures passives;
- Titres – Rétroactions;
- Titres – Exercices;
- Vidéos d'animation – Réflexions; et
- Lecture passive – Réflexions.

Tableau 43 — Tests post hoc pour la moyenne de l'indice d'attention mesuré par pupillométrie

Type d'activité	Titres			Vidéos d'animation			Vidéo de démonstration			Lecture passive			Rétroactions			Réflexions		
	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a
Vidéos d'animation	-3,35*	<,001	,000	--	--	--												
Vidéo de démonstration	-2,05	,003	,057	1,30	,057	1,00	--	--	--									
Lecture passive	-3,25*	<,001	,000	0,10	,884	1,00	-1,20	,079	1,00	--	--	--						
Rétroactions	-2,25*	<,001	,021	1,10	,107	1,00	0,20	,770	1,00	-1,00	,143	1,00	--	--	--			
Réflexions	-0,95	,164	1,00	2,40*	<,001	,009	1,10	,107	1,00	2,30*	<,001	,016	1,30	,057	1,00	--	--	--
Exercices	-2,15*	,002	,035	1,20	,079	1,00	0,10	,884	1,00	-1,10	,107	1,00	-,100	,884	1,00	1,20	,079	1,00

Note. N = 20. ^a Niveau de significativité ajusté par la correction de Bonferroni.

Finalement, le tableau 44 montre dix paires d'activités pour lesquelles la différence dans la variance du diamètre des pupilles était significative, une fois la correction de Bonferroni appliquée :

- Titres – Vidéos d'animation;

- Titres – Vidéos de démonstration;
- Titres – Exercices;
- Vidéos d’animation – Lecture passive;
- Vidéos d’animation –Rétroaction;
- Vidéos d’animation – Réflexions;
- Vidéos de démonstration – Lecture passive;
- Vidéos de démonstration – Rétroaction;
- Rétroactions – Réflexions; et
- Rétroactions – Exercices.

Tableau 44 — Tests post hoc pour la variance de l’indice d’attention mesurée par pupillométrie

Type d’activité	Titres			Vidéos d’animation			Vidéo de démonstration			Lecture passive			Rétroactions			Réflexions		
	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a	F	p	p ^a
Vidéos d’animation	-3,95*	<,001	,000	--														
Vidéo de démonstration	-2,95*	<,001	,000	1,00	,143	1,00	--	--										
Lecture passive	-0,55	,421	1,00	3,40*	<,001	,000	2,40*	<,001	,009	--	--							
Rétroactions	1,05	,124	1,00	5,00*	<,001	,000	-4,00*	<,001	,000	-1,60	,019	,403	--	--				
Réflexions	-1,25	,067	1,00	2,70*	<,001	,002	1,70	,013	,269	-0,70	,306	1,00	-2,30*	<,001	,016	--	--	
Exercices	-2,50*	<,001	,005	1,45	,034	,710	-,450	,510	1,00	1,95	,004	,091	3,55*	<,001	,000	1,25	,067	1,00

Note. N = 20. ^a Niveau de significativité ajusté par la correction de Bonferroni.

RÉFÉRENCES

- Abdo, Y., Yahya, E., Ismail, H., Saleh, M., Reda, R. et Shedeed, H. A. (2021). Attention Detection using Electro-oculography Signals in E-learning Environment. Dans N. Badr, K. A. Ghaffar, M. El-Meteini et M. A. Saleh (dir.), *2021 Tenth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)* (p. 213-218). <https://doi.org/10.1109/ICICIS52592.2021.9694237>
- Abrami, P. C., Bernard, R., Wade, A., Schmid, R. F., Borokhovski, E., Tamin, R., Surkes, M., Lowerison, G., Zhang, D., Nicolaidou, I., Newman, S., Wozney, L. et Peretiatkiewicz, A. (2008). A Review of e-Learning in Canada: A Rough Sketch of the Evidence, Gaps and Promising Directions. *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 32(3). <https://doi.org/10.21432/T2QS3K>
- Agarwal, R. et Karahanna, E. (2000). Time Flies When You're Having Fun: Cognitive Absorption and Beliefs About Information Technology Usage. *MIS Quarterly*, 24(4), 665-694. <https://doi.org/10.2307/3250951>
- Ajumunisha Ali Begam, A. et Tholappan, A. (2018). Psychomotor domain Of Bloom's taxonomy In teacher education. *Shanlax International Journal of Education*, 6(3), 11-14. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1299766>
- Aksaray, S. G. et Ozcelik, E. (2023). Attention mediates the effect of emotional arousal on learning outcomes in multimedia learning: an eye-tracking study. *Educational Psychology*, 43(1), 38-56. <https://doi.org/10.1080/01443410.2022.2154317>
- Allaire-Duquette, G. (2013). *L'utilisation de contextes associés au corps humain pour susciter l'intérêt des étudiantes en physique mécanique : une étude de l'engagement émotionnel* [Mémoire, UQAM]. <https://archipel.uqam.ca/6054/>
- Allen, M. W. (2016). *Michael Allen's Guide to E-Learning: Building Interactive, Fun, and Effective Learning Programs for Any Company* (2e éd.). John Wiley & Sons, Incorporated.
- Ammentorp, J., Sabroe, S., Kofoed, P.-E. et Mainz, J. (2007). The effect of training in communication skills on medical doctors' and nurses' self-efficacy: A randomized controlled trial. *Patient Education and Counseling*, 66(3), 270-277. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2006.12.012>
- Anderson, B. (2023). Stop paying attention to "attention". *WIREs Cognitive Science*, 14(1), 1-6. <https://doi.org/10.1002/wcs.1574>
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. et Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Anjaneyulu, K. S. R., Singer, R. A. et Harding, R. (1998). Usability Studies of a Remedial Multimedia System. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 7(2), 207-236. <https://www-learntechlib-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/p/15098/>

- 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>
- Asish, S. M., Kulshreshth, A. K. et Borst, C. W. (2023). Detecting Distracted Students in an Educational VR Environment Utilizing Machine Learning on EEG and Eye-Gaze Data. Dans *2023 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)* (p. 703-704). <https://doi.org/10.1109/VRW58643.2023.00194>
- Astorga, M. L. (2023). Carnap Versus Popper: What Scientists Actually Do. *Logos & Episteme*, 14(2), 131-139. <https://doi.org/10.5840/logos-episteme202314210>
- ATD Research. (2023). *2023 State of the Industry: Talent Development Benchmarks and Trends* (192311) [Skillssoft version]. Association for Talent Development. <https://banq.skillport.com/skillportfe/main.action#search/ebdbbb49-0cdc-4bc0-aa18-5fd6ab983c90>
- Attali, Y. et van der Kleij, F. (2017). Effects of feedback elaboration and feedback timing during computer-based practice in mathematics problem solving. *Computers & Education*, 110, 154-169. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.012>
- Attfield, S., Kazai, G., Lalmas, M. et Piwowarski, B. (2011). Towards a science of user engagement (Position Paper). WSDM '11: Workshop on user modelling for Web applications. <https://tinyurl.com/3z8b5d7x>
- Backs, A. (2017). *Promoting Online Learner Self-Efficacy through Instructional Strategies and Course Supports* [Thèse de doctorat, Capella University]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31657.65120>
- Baldwin, T. T. et Ford, J. K. (1988). Transfer of training: a review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41(1), 63-105. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1988.tb00632.x>
- Baldwin, T. T., Ford, J. K. et Blume, B. D. (2017). The State of Transfer of Training Research: Moving Toward More Consumer-Centric Inquiry. *Human Resource Development Quarterly*, 28(1), 17-28. <https://doi.org/10.1002/hrdq.21278>
- Ballesteros, J. L. et De Saá, P. (2012). The influence of organisational context on training success in the restaurant industry. *The Service Industries Journal*, 32(8), 1265-1282. <https://doi.org/10.1080/02642069.2010.531270>
- Baranowski, R. A. (2006). Item Editing and Editorial Review. Dans S. M. Downing et T. M. Haladyna (dir.), *Handbook of test development* (p. 349-357). Lawrence Erlbaum.
- Barnett, S. M. et Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? : A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128(4), 612-637. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>
- Bates, R., Cannonier, N. et Hatala, J.-P. (2014). Linking Motivation to Workplace Learning Transfer. Dans *Handbook of Human Resource Development* (p. 386-401). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118839881.ch23>

- Bates, R. et Holton, E. F. (2004). Linking workplace literacy skills and transfer system perceptions. *Human Resource Development Quarterly*, 15(2), 153-170. <https://doi.org/10.1002/hrdq.1096>
- Bates, R., Holton, E. F. et Hatala, J. P. (2012). A revised learning transfer system inventory: factorial replication and validation. *Human Resource Development International*, 15(5), 549-569. <https://doi.org/10.1080/13678868.2012.726872>
- Behlol, M. G. et Dad, H. (2010). Concept of Learning. *International Journal of Psychological Studies*, 2(2), p231. <https://doi.org/10.5539/ijps.v2n2p231>
- Bell, B. S., Tannenbaum, S. I., Ford, J. K., Noe, R. A. et Kraiger, K. (2017). 100 years of training and development research: What we know and where we should go. *Journal of Applied Psychology*, 102(3), 305. <https://doi.org/10.1037/apl0000142>
- Ben Khedher, A. (2019). *Analyse visuelle et cérébrale de l'état cognitif d'un apprenant* [Thèse de doctorat, Université de Montréal]. <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/22656>
- Ben Khedher, A., Jraidt, I. et Frasson, C. (2019). Tracking Students' Mental Engagement Using EEG Signals during an Interaction with a Virtual Learning Environment. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.4236/jilsa.2019.111001>
- Bergeron, M., Hébert, M. et Gaudreau, L. (2017). Les effets d'une formation dans le domaine de la violence sexuelle sur les connaissances, les attitudes, l'autoefficacité et le transfert des apprentissages. *Canadian Journal of Community Mental Health*, 36(3), 13. <https://doi.org/10.7870/cjcmh-2017-01>
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, C. A., Tamim, R. M., Surkes, M. A. et Bethel, E. C. (2009). A Meta-Analysis of Three Types of Interaction Treatments in Distance Education. *Review of Educational Research*, 79(3), 1243-1289. <https://doi.org/10.3102/0034654309333844>
- Binnie, C. D., Dekker, E., Smit, A. et Van Der Linden, G. (1982). Practical considerations in the positioning of EEG electrodes. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 53(4), 453-458. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(82\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(82)90010-4)
- Bledsoe, M. D. (1999). *Correlations in Kirkpatrick's training evaluation model* [Essai doctoral, University of Cincinnati].
- Blume, B. D., Ford, J. K., Baldwin, T. T. et Huang, J. L. (2010). Transfer of Training: A Meta-Analytic Review. *Journal of Management*, 36(4), 1065-1105. <https://doi.org/10.1177/0149206309352880>
- Blume, B. D., Ford, J. K., Surface, E. A. et Olenick, J. (2019). A dynamic model of training transfer. *Human Resource Management Review*, 29(2), 270-283. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.11.004>
- Boivin, M. J., Bangirana, P., Nakasujja, N., Page, C. F., Shohet, C., Givon, D., Bass, J. K., Opoka, R. O. et Klein, P. S. (2013). A year-long caregiver training program improves cognition in preschool Ugandan children with human immunodeficiency virus. *The Journal of pediatrics*, 163(5), 1409-1416. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.06.055>

- Boudreault, H. (2017). Interpréter et représenter les savoir-être professionnels pour pouvoir concevoir des environnements didactiques pour les faire développer. Dans *Entre pressions institutionnelles et autonomie du sujet : quelles analyses de l'activité en situation de travail en didactique professionnelle?* (p. 1-8). https://rpd2017.sciencesconf.org/data/3106_BOUDREAUHEnri.pdf
- Bourgeois, I. (2021). La formulation de la problématique. Dans I. Bourgeois (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données* (p. 41-64). Presses de l'Université du Québec.
- Bouwmeester, R. A. M., de Kleijn, R. A. M., van den Berg, I. E. T., ten Cate, O. Th. J., van Rijen, H. V. M. et Westerveld, H. E. (2019). Flipping the medical classroom: Effect on workload, interactivity, motivation and retention of knowledge. *Computers & Education*, 139, 118-128. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.002>
- Bowles, M. S. (2004). *Relearning to E-learn: Strategies for Electronic Learning and Knowledge*. Melbourne University Press.
- Bradbury, N. A. (2016). Attention span during lectures: 8 seconds, 10 minutes, or more? *Advances in Physiology Education*, 40(4), 509-513. <https://doi.org/10.1152/advan.00109.2016>
- Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A. et Lang, P. J. (2008). The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psychophysiology*, 45(4), 602-607. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00654.x>
- Brass, M., Liefoghe, B., Braem, S. et De Houwer, J. (2017). Following new task instructions: Evidence for a dissociation between knowing and doing. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 81, 16-28. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.02.012>
- Brault Foisy, L.-M., Potvin, P., Riopel, M. et Masson, S. (2015). Is inhibition involved in overcoming a common physics misconception in mechanics? *Trends in Neuroscience and Education*, 4(1), 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.03.001>
- Brink, R. L. van den, Murphy, P. R. et Nieuwenhuis, S. (2016). Pupil Diameter Tracks Lapses of Attention. *PLOS ONE*, 11(10), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165274>
- Broadbent, D. E. (1990). Effective decisions and their verbal justification. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. [Numéro spécial : Human Factors in Hazardous Situations], 327(1241), 493-502. <https://doi.org/10.1098/rstb.1990.0092>
- Brown, T. C., McCracken, M. et Hillier, T.-L. (2013). Using evidence-based practices to enhance transfer of training: assessing the effectiveness of goal setting and behavioural observation scales. *Human Resource Development International*, 16(4), 374-389. <https://doi.org/10.1080/13678868.2013.812291>
- Brown, T. C., Warren, A. M. et Khattar, V. (2016). The Effects of Different Behavioral Goals on Transfer from a Management Development Program. *Human Resource Development Quarterly*, 27(3), 349-372. <https://doi.org/10.1002/hrdq.21257>

- Burggraaf, J., Groeneweg, J., Sillem, S. et van Gelder, P. (2021). What Employees Do Today Because of Their Experience Yesterday: How Incidental Learning Influences Train Driver Behavior and Safety Margins (A Big Data Analysis). *Safety*, 7(2), 1-22. <https://doi.org/10.3390/safety7010002>
- Burke, L. A. et Hutchins, H. M. (2007). Training Transfer: An Integrative Literature Review. *Human Resource Development Review*, 6(3), 263-296. <https://doi.org/10.1177/1534484307303035>
- Carson, K. D. et Bedeian, A. G. (1994). Career Commitment: Construction of a Measure and Examination of Its Psychometric Properties. *Journal of Vocational Behavior*, 44(3), 237-262. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1017>
- Cascio, W. F. et Ramos, R. A. (1986). Development and Application of a New Method for Assessing Job Performance in Behavioral/Economic Terms. *Journal of Applied Psychology*, 71(1), 20-28. [https://doi.org/0021-0910/86/\\$00.75](https://doi.org/0021-0910/86/$00.75)
- Casey, S. et Powell, M. B. (2022). Usefulness of an e-Simulation in improving social work student knowledge of best-practice questions. *Social Work Education*, 41(6), 1253-1271. <https://doi.org/10.1080/02615479.2021.1948002>
- 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>
- Ceh, S. M., Annerer-Walcher, S., Körner, C., Rominger, C., Kober, S. E., Fink, A. et Benedek, M. (2020). Neurophysiological indicators of internal attention: An electroencephalography–eye-tracking coregistration study. *Brain and Behavior*, 10(10), 1-14. <https://doi.org/10.1002/brb3.1790>
- Chaouachi, M. (2015). *Modélisation de l'engagement et de la charge mentale de travail dans les Systèmes Tutoriels Intelligents* [Thèse de doctorat, Université de Montréal]. <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/11958>
- Charland, P., Allaire-Duquette, G. et Léger, P.-M. (2013). A neuroscientific perspective for assessing student engagement in e-learning. Dans T. Bastiaens et G. Marks (dir.), *Proceedings of the E-Learn 2013--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (p. 1795-1800). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/115140/>
- Charland, P., Lapierre, H., Skelling, Y., Léger, P.-M. et Simon, G. (2017). L'utilisation de l'électroencéphalographie pour la recherche en éducation : la collecte et l'analyse en continu. Dans S. Masson et G. Borst (dir.), *Méthodes de recherche en neuroéducation* (p. 219-242). Presses de l'Université du Québec.
- Charland, P., Léger, P.-M., Mercier, J., Skelling, Y. et Lapierre, H. G. (2016). Measuring implicit cognitive and emotional engagement to better understand learners' performance in problem solving. *Zeitschrift für Psychologie*, 224(4), 294-296. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000266>

- Charland, P., Léger, P.-M., Sénécal, S., Courtemanche, F., Mercier, J., Skelling, Y. et Labonté-Lemoyne, E. (2015). Assessing the Multiple Dimensions of Engagement to Characterize Learning: A Neurophysiological Perspective. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, (101), e52627. <https://doi.org/10.3791/52627>
- Charles, R. L. et Nixon, J. (2019). Measuring mental workload using physiological measures: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 74, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.028>
- Chauvin, R. (2018). Mesurer le transfert des apprentissages en entreprise dans un contexte de digitalisation des formations (p. 71-77). Septièmes Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH (RJC EIAH 2018). <https://hal.science/hal-01769464v1>
- Chaves, C. A. (2009). On-Line Course Curricula and Interactional Strategies: The Foundations and Extensions to Adult e-Learning Communities. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 12(1). <https://www.learntechlib.org/p/52127/>.
- Chen, D. et Hutchinson, J. B. (2019). What Is Memory-Guided Attention? How Past Experiences Shape Selective Visuospatial Attention in the Present. Dans T. Hodgson (dir.), *Processes of Visuospatial Attention and Working Memory* (p. 185-212). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/7854_2018_76
- Chen, G., Thomas, B. et Wallace, J. C. (2005). A Multilevel Examination of the Relationships Among Training Outcomes, Mediating Regulatory Processes, and Adaptive Performance. *Journal of Applied Psychology*, 90(5), 827-841. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.90.5.827>
- Cheng, L. (2008). Washback, Impact and Consequences. Dans N. H. Hornberger (dir.), *Encyclopedia of Language and Education* (p. 2479-2494). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30424-3_186
- Chiaburu, D. S. (2010). The social context of training: coworker, supervisor, or organizational support? *Industrial and Commercial Training*, 42(1), 53-56. <https://doi.org/10.1108/00197851011013724>
- Chiaburu, D., van Dam, K. et Hutchins, H. (2010). Social support in the workplace and training effectiveness: A longitudinal analysis. *International Journal of Selection and Assessment*, 18(2), 187-200. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2389.2010.00500.x>
- Chochard, Y., Gentizon, J. et Gallant, S. (2019). Évaluer le transfert des compétences infirmières : analyse des effets d'une formation en soins intermédiaires en milieu hospitalier. *Mesure et évaluation en éducation*, 42(3), 1-27. <https://doi.org/10.7202/1074102ar>
- Clark, R. C. et Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (4e éd.). Wiley.
- Clark, R. C. et Mayer, R. E. (2024). *E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (5e éd.). Wiley.
- Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 21-29. <https://doi.org/10.1007/BF02299088>

- Cleeremans, A. (1988). Relations entre performance et connaissances verbalisables dans le contrôle de processus. *Le Travail Humain*, 51(2), 97-111. <https://www.jstor.org/stable/40657485>
- CNESST. (2022). *Statistiques annuelles 2021 – Version finale*. <https://tinyurl.com/2rh63jba>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2e éd.). Lawrence Erlbaum.
- Conati, C., Jaques, N. et Muir, M. (2013). Understanding Attention to Adaptive Hints in Educational Games: An Eye-Tracking Study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 23(1), 136-161. <https://doi.org/10.1007/s40593-013-0002-8>
- Cook, D. A., Hamstra, S. J., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., Erwin, P. J. et Hatala, R. (2013). Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: Systematic review and meta-analysis. *Medical Teacher*, 35(1), e844-e898. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.714886>
- Cooper, D. et Higgins, S. (2015). The effectiveness of online instructional videos in the acquisition and demonstration of cognitive, affective and psychomotor rehabilitation skills. *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 768-779. <https://doi.org/10.1111/bjet.12166>
- Cotsman, S. et Hall, C. (2018). *Learning Cultures Lead the Way: Learning and Development Outlook - 14th Edition*. The Conference Board of Canada.
- Coucourde, L. (2023). *Transfert des apprentissages : stratégies pédagogiques des prestataires, dynamiques de transfert des apprenant-es : Étude exploratoire à travers un dispositif de e-Formation visant le développement de compétences managériales* [Mémoire de maîtrise, Université de Genève]. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:168991>
- Creswell, J. W. et Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (5e éd.). SAGE Publications, Inc.
- Cuevas, H. M. et Fiore, S. M. (2014). Enhancing learning outcomes in computer-based training via self-generated elaboration. *Instructional Science*, 42(6), 839-859. <https://www.jstor.org/stable/43575482>
- Daneshgar, F. et Van, T. C. (2009). eLearning in the workplace versus eLearning in higher education. *Australian Educational Computing*, 24(1), 16-22. <https://doi.org/10.3316/aeipt.177354>
- Dave, R. H. (1970). Psychomotor levels. Dans R. J. Armstrong Ed. (dir.), *Developing and Writing Behavioral Objectives*. (p. 20-21). Educational Innovators Press.
- Defelice, R. A. (2021, 13 janvier). *How Long Does It Take to Develop Training? New Question, New Answers*. ATD. <https://www.td.org/insights/how-long-does-it-take-to-develop-training-new-question-new-answers>
- Dehais, F., Lafont, A., Roy, R. et Fairclough, S. (2020). A Neuroergonomics Approach to Mental Workload, Engagement and Human Performance. *Frontiers in Neuroscience*, 14(268). <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00268>

- Delgado, P. et Salmerón, L. (2021). The inattentive on-screen reading: Reading medium affects attention and reading comprehension under time pressure. *Learning and Instruction*, 71, 101396. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101396>
- Denis, D., Lortie, M., St-Vincent, M., Gonella, M., Plamondon, A., Delisle, A. et Tardif, J. (2011). *Programme de formation participative en manutention manuelle* (R-690). IRRSST. <https://tinyurl.com/3vma9pe>
- Depover, C. et Marchand, L. (2002). Introduction. Dans C. Depover et L. Marchand (dir.), *e-learning et formation des adultes en contexte professionnel* (p. 11-14). De Boeck Supérieur.
- Déro, M. (2019). La mémoire des adultes en e-Formation. Dans A. Jézégou (dir.), *Traité de la e-Formation des adultes* (p. 335-357). De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.jezeg.2019.01.0335>
- Derouin, R. E., Fritzsche, B. A. et Salas, E. (2005a). E-Learning in Organizations. *Journal of Management*, 31(6), 920-940. <https://doi.org/10.1177/0149206305279815>
- Derouin, R. E., Fritzsche, B. A. et Salas, E. (2005b). Learner Control and Workplace E-Learning: Design, Person, and Organizational Issues. Dans J. J. Martocchio (dir.), *Research in Personnel and Human Resources Management* (vol. 24, p. 181-214). Elsevier Science/JAI Press. [https://doi.org/10.1016/S0742-7301\(05\)24005-7](https://doi.org/10.1016/S0742-7301(05)24005-7)
- Desrosiers, H. et Robitaille, M. (2006). La scolarité : un élément clé des compétences en littératie. Dans F. Bernèche et B. Perron (dir.), *Développer nos compétences en littératie : un défi porteur d'avenir. Rapport québécois de l'Enquête internationale sur l'alphabétisation et les compétences des adultes (EIACA) 2003* (p. 77-106). Institut de la statistique du Québec. <https://tinyurl.com/39x84heb>
- Devos, C. (2005). *Les influences des variables individuelles, de l'environnement, et de la formation sur le transfert des acquis de formation* [Mémoire de maîtrise, Université catholique de Louvain].
- Devos, C., Dumay, X., Bonami, M., Bates, R. et Holton, E. F. (2007). The Learning Transfer System Inventory (LTSI) translated into French: internal structure and predictive validity. *International Journal of Training and Development*, 11(3), 181-199. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2419.2007.00280.x>
- Dewan, M. A. A., Murshed, M. et Lin, F. (2019). Engagement detection in online learning: a review. *Smart Learning Environments*, 6(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0080-z>
- DeWitt, M. R., Knight, J. B., Hicks, J. L. et Ball, B. H. (2012). The effects of prior knowledge on the encoding of episodic contextual details. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(2), 251-257. <https://doi.org/10.3758/s13423-011-0196-4>
- Di Lascio, E. (2021). *Sensor-Based Recognition of Engagement During Work and Learning Activities* [Thèse de doctorat, Università della Svizzera Italiana]. <https://sonar.ch/global/documents/319359>
- Diamantidis, A. D. et Chatzoglou, P. (2018). Factors affecting employee performance: an empirical approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 171-193. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2018-0012>

- Dimigen, O. et Ehinger, B. V. (2021). Regression-based analysis of combined EEG and eye-tracking data: Theory and applications. *Journal of Vision*, 21(1), 1-30. <https://doi.org/10.1167/jov.21.1.3>
- Dion, J.-S. et Vidal, J. (2017). L'utilisation de l'électroencéphalographie : les potentiels évoqués. Dans S. Masson et G. Borst (dir.), *Méthodes de recherche en neuroéducation* (p. 183-218). Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctvggx359.11>
- Dirkx, K. J. H., Thoma, G.-B., Kester, L. et Kirschner, P. A. (2015). Answering questions after initial study guides attention during restudy. *Instructional Science*, 43(1), 59-71. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9330-9>
- Downing, S. M. (2006). Selected-Response Item Formats in Test Development. Dans S. M. Downing et T. M. Haladyna (dir.), *Handbook of test development* (p. 287-301). Lawrence Erlbaum.
- Downing, S. M. et Haladyna, T. M. (dir.). (2006). *Handbook of test development*. Lawrence Erlbaum.
- Dweck, C. S., Mangels, J. A. et Good, C. (2004). Motivational Effects on Attention, Cognition, and Performance. Dans D. Y. Dai et R. J. Sternberg (dir.), *Motivation, Emotion, and Cognition* (p. 55-70). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410610515-9>
- Environics Institute for Survey Research, Centre des compétences futures et Institut de la diversité de l'Université métropolitaine de Toronto. (2023). *Participation à la formation professionnelle : Rapport de l'enquête sur l'emploi et les compétences* [Rapport de recherche]. Centre des Compétences futures. <https://tinyurl.com/3ndr7vbf>
- Ericsson, K. A. et Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: verbal reports as data* (Éd. révisée). MIT Press.
- Eryilmaz, M. (2015). The Effectiveness Of Blended Learning Environments. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 8(4), 251-256. <https://doi.org/10.19030/cier.v8i4.9433>
- Fauth, F. et González-Martínez, J. (2021a). On the Concept of Learning Transfer for Continuous and Online Training: A Literature Review. *Education Sciences*, 11(3), 133-146. <https://doi.org/10.3390/educsci11030133>
- Fauth, F. et González-Martínez, J. (2021b). Trainees' Personal Characteristics in the Learning Transfer Process of Permanent Online ICT Teacher Training. *Sustainability*, 14(1), 386. <https://doi.org/10.3390/su14010386>
- Feldon, D. F., Franco, J., Chao, J., Peugh, J. et Maahs-Fladung, C. (2018). Self-efficacy change associated with a cognitive load-based intervention in an undergraduate biology course. *Learning and Instruction*, 56, 64-72. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.04.007>
- Fetaji, B., Pop-Jordanova, N., Pop-Jordanov, J., Zorcec, T. et Markovska, S. (2007). Measuring e-learning effectiveness through e-content and attention correlation. Dans *The 2nd International Conference on Virtual Learning (ICVL)* (p. 1-12). <https://tinyurl.com/bkf3dysd>
- Fidan, A. et Koçak Usluel, Y. (2024). Emotions, metacognition and online learning readiness are powerful predictors of online student engagement: A moderated mediation analysis. *Education and Information Technologies*, 29(1), 459-481. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12259-6>

- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6e éd.). Sage Publishing.
- Fiorella, L. (2021). Multimedia Learning with Instructional Video. Dans R. E. Mayer et L. Fiorella (dir.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3^e éd., p. 487-497). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781108894333.050>
- Ford, J. K. (2021). *Learning in organizations: an evidence-based approach*. Routledge.
- 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(1), 201-225.
<https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-032117-104443>
- Ford, J. K. et Weissbein, D. A. (1997). Transfer of Training: An Updated Review and Analysis. *Performance Improvement Quarterly*, 10(2), 22-41. <https://doi.org/10.1111/j.1937-8327.1997.tb00047.x>
- Ford, J. K., Yelon, S. L. et Billington, A. Q. (2011). How much is transferred from training to the job? The 10% delusion as a catalyst for thinking about transfer. *Performance Improvement Quarterly*, 24(2), 7-24. <https://doi.org/10.1002/piq.20108>
- Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives* (3e éd.). Chenelière éducation.
- Fox, E., Derakshan, N. et Standage, H. (2011). The assessment of human attention. Dans K. C. Klauer, A. Voss et C. Stahl (dir.), *Cognitive methods in social psychology* (4e éd., p. 15-47). The Guilford Press.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. et Paris, A. H. (2004). 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., Hofkens, T. L. et Wang, M.-T. (2019). Addressing the Challenge of Measuring Student Engagement. Dans K. A. Renninger et S. E. Hidi (dir.), *The Cambridge Handbook of Motivation and Learning* (p. 689-712). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316823279.029>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. et Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Freifeld, L. (2011, novembre). 2011 Training Industry Report. *Training*, 48(6), 22-35.
https://trainingmag.com/sites/default/files/trg_2011IR.pdf
- Freifeld, L. (2021, novembre). 2021 Training Industry Report. *Training*, 58(4), 18-33.
<https://tinyurl.com/5874jav3>
- Freifeld, L. (2022, novembre). 2022 Training Industry Report. *Training*, 59(4), 18-33.
<https://pubs.royle.com/publication/?i=767744&view=issueViewer&pp=1>

- Freifeld, L. (2023, novembre). 2023 Training Industry Report. *Training*, 60(4), 14-29. <https://trainingmag.com/2023-training-industry-report/>
- Freifeld, L. (2024, novembre). 2024 Training Industry Report. *Training*, 61(4), 14-29. <https://trainingmag.com/2024-training-industry-report/>
- Ganglbauer, E., Schrammel, J., Schwarz, S. et Tscheligi, M. (2009). Applying Psychophysiological Methods for Measuring User Experience: Possibilities, Challenges and Feasibility. Dans *Workshop on user experience evaluation methods in product development*. Springer.
- Gausby, A. (2015). *Attention spans*. Microsoft Canada. <https://sherpapag.com/wp-content/uploads/2017/12/MAS.pdf>
- Gegenfurtner, A. (2013). Dimensions of Motivation to Transfer: A Longitudinal Analysis of Their Influence on Retention, Transfer, and Attitude Change. *Vocations and Learning*, 6(2), 187-205. <https://doi.org/10.1007/s12186-012-9084-y>
- Gegenfurtner, A., Veermans, K. et Vauras, M. (2013). Effects of computer support, collaboration, and time lag on performance self-efficacy and transfer of training: A longitudinal meta-analysis. *Educational Research Review*, 8, 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2012.04.001>
- Georgenson, D. L. (1982). The problem of transfer calls for partnership. *Training & Development Journal*, 36(10), 75-78. <https://tinyurl.com/33fpjsf2>
- Gerard, F.-M. (2003). L'évaluation de l'efficacité d'une formation. *Gestion 2000*, 20(3), 13-33.
- Giarrizzo, A. et Delobbe, N. (2023). Émotions en formation des adultes : la dimension émotionnelle des dynamiques d'engagement. *Revue pluridisciplinaire d'éducation par et pour les doctorant·e·s*, 1(2). <https://doi.org/10.57154/journals/red.2023.e1328>
- Gilles, J.-L., Chochard, Y., Berset, T., Bieri, S., El Guermaï, J., Graveline, A., Miserez, C. et Rupp-Nantel, K. (2017). *Cycle de construction et de gestion qualité d'évaluation du transfert* (Projet PEERS 2015-2016 HEP Vaud et UQAM). UQAM/CIRDEP. <https://oce.uqam.ca/wp-content/uploads/2019/07/CGQET.pdf>
- Glander, M. (2018). *Processus attentionnels et performance en contexte de négociation de valeurs mobilières : différences entre experts et novices en finance* [Mémoire de maîtrise, HEC Montréal]. <https://biblos.hec.ca/biblio/memoires/m2018a603355.pdf>
- Graham, L., Das, J., Moore, J., Godfrey, A. et Stuart, S. (2022). The eyes as a window to the brain and mind. Dans S. Stuart (dir.), *Eye tracking: Background, methods and applications* (vol. 183, p. 1-14). Humana Press.
- Grebe, L. (2021). Screencasts: The Mediating Role of Relevance in the Relationship Between Attention and Confidence in the ARCS Model. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)*, 16(3), 17-38. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.20210501.0a2>
- Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry*. Jossey-Bass.

- Greene, J. C. et Hall, J. N. (2010). Dialectics and Pragmatism: Being of Consequences. Dans A. Tashakkori et C. Teddlie, *Sage Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research* (2^e éd., p. 119-144). SAGE Publications.
- Grossman, R. et Salas, E. (2011). The transfer of training: what really matters. *International Journal of Training and Development*, 15(2), 103-120. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2419.2011.00373.x>
- Guo, P., Kim, J. et Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. Dans *Proceedings of the first ACM conference on Learning @ scale conference* (p. 41-50). <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- Haccoun, R. R. et Cousineau, D. (2010). *Statistiques : concepts et applications* (2e éd.). Presses de l'Université de Montréal.
- Hajian, S. (2019). Transfer of Learning and Teaching: A Review of Transfer Theories and Effective Instructional Practices. *IAFOR Journal of Education*, 7(1), 93-111. <https://doi.org/10.22492/ije.7.1.06>
- Hattie, J. et Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Henderson, A. J. (2003). *The e-learning question and answer book: a survival guide for trainers and business managers*. American Management Association.
- Hennebury, L. E. (2007). *Transfer of training: E-learning in a global Fortune 500 company* [Thèse de doctorat, Capella University]. <https://tinyurl.com/2w6828hk>
- Hernández-Sabaté, A., Albarracín, L., Calvo, D. et Gorgorió, N. (2016). EyeMath: Identifying Mathematics Problem Solving Processes in a RTS Video Game. Dans R. Bottino, J. Jeuring et R. C. Velkamp (dir.), *Games and Learning Alliance (GALA) 2016* (vol. 10056, p. 50-59). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50182-6_5
- Herrington, A., Herrington, J., Hoban, G. et Reid, D. (2009). Transfer of Online Professional Learning to Teachers' Classroom Practice. *Journal of Interactive Learning Research*, 20(2), 189-213. <https://www.proquest.com/docview/211313449/abstract/BFC06865FB994B73PQ/1>
- Hertzum, M., Hansen, K. D. et Andersen, H. H. K. (2009). Scrutinising usability evaluation: does thinking aloud affect behaviour and mental workload? *Behaviour & Information Technology*, 28(2), 165-181. <https://doi.org/10.1080/01449290701773842>
- Hewett, S., Becker, K. et Bich, A. (2016). Blended workplace learning: the value of human interaction. *Education + Training*, 61(1), 2-16. <https://doi.org/10.1108/ET-01-2017-0004>
- Heydari, S., Adibi, P., Omid, A. et Yamani, N. (2019). Preferences of the medical faculty members for electronic faculty development programs (e-FDP): a qualitative study. *Advances in Medical Education and Practice*, 10, 515-526. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S205306>

- Hill, N. M. et Schneider, W. (2006). Brain Changes in the Development of Expertise: Neuroanatomical and Neurophysiological Evidence about Skill-Based Adaptations. Dans K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich et R. R. Hoffman (dir.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (p. 653-682). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816796.037>
- Hix, J. W. (2013). *Measuring the effectiveness of transfer of learning constructs and intent to transfer in a simulation-based leadership training program* [Thèse de doctorat, University of North Texas]. https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc271831/m2/1/high_res_d/dissertation.pdf
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. et van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: a comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press.
- Holton, E. F., Bates, R. A. et Ruona, W. E. A. (2000). Development of a generalized learning transfer system inventory. *Human Resource Development Quarterly*, 11(4), 333-360. [https://doi.org/10.1002/1532-1096\(200024\)11:4<333::AID-HRDQ2>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1532-1096(200024)11:4<333::AID-HRDQ2>3.0.CO;2-P)
- Homan, R. W., Herman, J. et Purdy, P. (1987). Cerebral location of international 10–20 system electrode placement. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 66(4), 376-382. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(87\)90206-9](https://doi.org/10.1016/0013-4694(87)90206-9)
- Homklin, T., Takahashi, Y. et Techakanont, K. (2014). The influence of social and organizational support on transfer of training: evidence from Thailand. *International Journal of Training and Development*, 18(2), 116-131. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12031>
- Hoque, E. (2016). Three Domains of Learning: Cognitive, Affective and Psychomotor. *Journal of EFL Education and Research*, 2(2), 45-52. <https://tinyurl.com/3y4rytf9>
- Houdé, O. (2021). Éducation, transmission, formation : Apprendre à résister ou l'inhibition créatrice. *Revue politique et parlementaire*, 124(1101), 90-96.
- Houdé, O. (2022). *Apprendre à résister : pour combattre les biais cognitifs* (Éd. mise à jour et augmentée). Flammarion.
- Howard, M. C. (2020). The Effect of Training Self-Efficacy on Computer-Based Training Outcomes: Empirical Analysis of the Construct and Creation of Two Scales. *Performance Improvement Quarterly*, 32(4), 331-368. <https://doi.org/10.1002/piq.21301>
- Hua, N. K., Ahmad, R. et Ismail, A. (2011). The impact of the supervisor's role in training programmes on the transfer of training: a case study in four east Malaysian local governments. *Research and Practice in Human Resource Management*, 19(2), 24-42. <https://www.researchgate.net/publication/287741673>
- Hutchins, E. (1986). Mediation and Automatization. *The Quartely Newsletter of the Laboratory of comparative Human Cognition*, 8(2), 47-58.
- IBM. (2023). *SPSS Statistics for Windows* (version 29.0.1.0) [Logiciel]. IBM Corp.

- Iwaki, N., Matsushima, H. et Kodaira, K. (2013). Hypercorrection of High Confidence Errors in Lexical Representations. *Perceptual and Motor Skills*, 117(1), 219-235.
<https://doi.org/10.2466/27.22.PMS.117x13z7>
- Iwaki, N. et Tanaka, S. (2018). Electrophysiological decomposition of attentional factors on the hypercorrection effect of false lexical representations. *Brain and Cognition*, 124, 64-72.
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.05.002>
- Jacob, R. J. K. et Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: ready to deliver the promises. Dans J. Hyönä, R. Radach et H. Deubel (dir.), *The mind's eye: cognitive and applied aspects of eye movement research* (p. 573-605). North-Holland.
- Jacot, A., Raemdonck, I., Frenay, M. et Haccoun, R. R. (2016). Formation obligatoire et transfert des apprentissages. Dans M. Lauzier et D. Denis (dir.), *Accroître le transfert des apprentissages* (p. 101-134). Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10qqxhg.11>
- Jaehnig, W. et Miller, M. L. (2007). Feedback Types in Programmed Instruction: A Systematic Review. *The Psychological Record*, 57(2), 219-232. <https://doi.org/10.1007/BF03395573>
- Janelli, M. et Lipnevich, A. A. (2021). Effects of pre-tests and feedback on performance outcomes and persistence in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*, 161, 104076.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104076>
- Jin, H., Zhu, L., Li, M. et Duffy, V. G. (2024). Recognition and evaluation of mental workload in different stages of perceptual and cognitive information processing using a multimodal approach. *Ergonomics*, 67(3), 377-397. <https://doi.org/10.1080/00140139.2023.2223785>
- Johnson, R. D. et Brown, K. G. (2017). E-Learning. Dans *The Wiley Blackwell Handbook of the Psychology of the Internet at Work* (p. 369-400). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781119256151.ch17>
- Johnson, R. D., Hornik, S. et Salas, E. (2008). An empirical examination of factors contributing to the creation of successful e-learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(5), 356-369. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.11.003>
- Joo, Y. J., Lim, K. Y. et Park, S. Y. (2011). Investigating the structural relationships among organisational support, learning flow, learners' satisfaction and learning transfer in corporate e-learning. *British Journal of Educational Technology*, 42(6), 973-984. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01116.x>
- Kahneman, D. (2016). *Système 1, système 2 : les deux vitesses de la pensée* (Nouvelle éd. révisée, R. Clarinard, trad.). Flammarion.
- Kainat, Ali, S., Iqbal, K. F., Avaz, Y. et Saiid, M. (2022). A Review on Different Approaches for Assessing Student Attentiveness in Classroom using Behavioural Elements. Dans *2022 2nd International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)* (p. 152-158).
<https://doi.org/10.1109/ICAI55435.2022.9773418>

- Kalirjajan. (2022). To examine employee's motivation levels in an organization. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 03(02), 283-286. <https://doi.org/10.54660/anfo.2022.3.2.10>
- Kane, M. T. (2006). Validation. Dans R. L. Brennan, American Council on Education et National Council on Measurement in Education (dir.), *Educational Measurement* (4e éd., p. 17-64). Praeger Publishers.
- Kang, W., Pineda Hernández, S., Wang, J. et Malvaso, A. (2022). Instruction-based learning: A review. *Neuropsychologia*, 166, 108142. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108142>
- Kaspar, K. et König, P. (2012). Emotions and personality traits as high-level factors in visual attention: a review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 321. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00321>
- Kawasaki, H., Yamasaki, S., Fukita, S., Iwasa, M. et Iki, T. (2022). Nursing Students' Retention of Knowledge by Basic Knowledge Type: An Exploratory Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5461. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095461>
- Keskin, M., Ooms, K., Dogru, A. O. et De Maeyer, P. (2019). EEG & Eye Tracking User Experiments for Spatial Memory Task on Maps. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(12), 546. <https://doi.org/10.3390/ijgi8120546>
- Khan, B. H. et Joshi, V. (2006). E-Learning Who, What and How? *Journal of Creative Communications*, 1(1), 61-74. <https://doi.org/10.1177/097325860500100104>
- Kim, E. J. et Lee, K. R. (2019). Effects of an examiner's positive and negative feedback on self-assessment of skill performance, emotional response, and self-efficacy in Korea: a quasi-experimental study. *BMC Medical Education*, 19, 142. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1595-x>
- Kim, S. et Rehder, B. (2011). How prior knowledge affects selective attention during category learning: An eyetracking study. *Memory & Cognition*, 39(4), 649-665. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0050-3>
- Kimiloglu, H., Ozturan, M. et Kutlu, B. (2017). Perceptions about and attitude toward the usage of e-learning in corporate training. *Computers in Human Behavior*, 72, 339-349. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.062>
- Kirkpatrick, J. D. et Kirkpatrick, W. K. (2016). *Kirkpatrick's four levels of training evaluation*. ATD Press.
- Klein, E., Bieck, S. M., Bloechle, J., Huber, S., Bahnmueller, J., Willmes, K. et Moeller, K. (2019). Anticipation of difficult tasks: neural correlates of negative emotions and emotion regulation. *Behavioral and Brain Functions*, 15, 4. <https://doi.org/10.1186/s12993-019-0155-1>
- Kluger, A. N. et DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254-284. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.119.2.254>
- Knowles, M. S., Holton, E. F., Swanson, R. A. et Robinson, P. A. (2020). *The adult learner: the definitive classic in adult education and human resource development* (9^e éd.). Routledge.

- Knudsen, E. I. (2007). Fundamental Components of Attention. *Annual Review of Neuroscience*, 30(1), 57-78. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094256>
- Kornell, N. (2009). Optimising learning using flashcards: Spacing is more effective than cramming. *Applied Cognitive Psychology*, 23(9), 1297-1317. <https://doi.org/10.1002/acp.1537>
- Kornell, N., Hays, M. J. et Bjork, R. A. (2009). Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 989-998. <https://doi.org/10.1037/a0015729>
- Kotsis, K. T. (2023). The Outcomes of the Learning Curve for a Concept in Physics Education. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 1(3), 49-61. [https://doi.org/10.59324/ejceel.2023.1\(3\).05](https://doi.org/10.59324/ejceel.2023.1(3).05)
- Kraiger, K. et Ford, J. K. (2021). The Science of Workplace Instruction: Learning and Development Applied to Work. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 8(1), 45-72. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-012420-060109>
- Kraiger, K., Ford, J. K. et Salas, E. (1993). Application of Cognitive, Skill-Based, and Affective Theories of Learning Outcomes to New Methods of Training Evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 311-328. <https://doi.org/10.1037//0021-9010.78.2.311>
- Kruger, J. et Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121-1134. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>
- Krupski, A. (1981). An interactional approach to the study of attention problems in children with learning handicaps. *Exceptional Education Quarterly*, 2(3), 1-11. <https://doi.org/10.1177/074193258100200306>
- Kruschke, J. K. (2003). Attention in Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 12(5), 171-175. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.01254>
- Lachaux, J.-P. (2011). *Le cerveau attentif*. Odile Jacob.
- 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>
- Laker, D. R. et Powell, J. L. (2011). The differences between hard and soft skills and their relative impact on training transfer. *Human Resource Development Quarterly*, 22(1), 111-122. <https://doi.org/10.1002/hrdq.20063>
- Lanoë, C., Vidal, J., Lubin, A., Houdé, O. et Borst, G. (2016). Inhibitory control is needed to overcome written verb inflection errors: Evidence from a developmental negative priming study. *Cognitive Development*, 37, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2015.10.005>
- Lashlee, M. (2020). *Barriers and Catalysts in Awareness-based Learning* [Thèse de doctorat, Vanderbilt University].

- Lazzara, E. H., Benishek, L. E., Hughes, A. M., Zajac, S., Spencer, J. M., Heyne, K. B., Rogers, J. E. et Salas, E. (2021). Enhancing the organization's workforce: Guidance for effective training sustainment. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, 73(1), 1-26. <https://doi.org/10.1037/cpb0000185>
- LeBlanc, V. R. et Posner, G. D. (2022). Emotions in simulation-based education: friends or foes of learning? *Advances in Simulation*, 7, 3. <https://doi.org/10.1186/s41077-021-00198-6>
- Lee, C.-L., Pei, W., Lin, Y.-C., Granmo, A. et Liu, K.-H. (2023). Emotion Detection Based on Pupil Variation. *Healthcare*, 11(322). <https://doi.org/10.3390/healthcare11030322>
- Lee, J., Sanders, T., Antczak, D., Parker, R., Noetel, M., Parker, P. et Lonsdale, C. (2021). Influences on User Engagement in Online Professional Learning: A Narrative Synthesis and Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 91(4), 518-576. <https://doi.org/10.3102/0034654321997918>
- Lee, J., Song, H.-D. et Hong, A. J. (2019). Exploring Factors, and Indicators for Measuring Students' Sustainable Engagement in e-Learning. *Sustainability*, 11(4), 985-997. <https://doi.org/10.3390/su11040985>
- Leech, N. L. et Onwuegbuzie, A. J. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Quality & Quantity*, 43(2), 265-275. <https://doi.org/10.1007/s11135-007-9105-3>
- Léger, P.-M., Davis, F. D., Cronan, T. P. et Perret, J. (2014). Neurophysiological correlates of cognitive absorption in an enactive training context. *Computers in Human Behavior*, 34, 273-283. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.02.011>
- Levy, O., Libman Hackmon, S., Zvilichovsky, Y., Korisky, A., Bidet-Caulet, A., Schweitzer, J. B. et Golumbic, E. Z. (2025). Selective attention and sensitivity to auditory disturbances in a virtually real Classroom: Comparison of adults with and without AD(H)D. *eLife*, 13, RP103235. <https://doi.org/10.7554/eLife.103235>
- Liaw, S.-S. et Huang, H.-M. (2013). Perceived satisfaction, perceived usefulness and interactive learning environments as predictors to self-regulation in e-learning environments. *Computers & Education*, 60(1), 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.015>
- Lim, D. H. et Morris, M. L. (2006). Influence of trainee characteristics, instructional satisfaction, and organizational climate on perceived learning and training transfer. *Human Resource Development Quarterly*, 17(1), 85-115. <https://doi.org/10.1002/hrdq.1162>
- Lin, F.-R. et Kao, C.-M. (2018). Mental effort detection using EEG data in E-learning contexts. *Computers & Education*, 122, 63-79. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.020>
- Lodge, J. M. et Harrison, W. J. (2019). The Role of Attention in Learning in the Digital Age. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 92(1), 21-28. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6430174/>

- Loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre*. RLRQ, c. D-8.3. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/D-8.3?&cible=>
- Loyd, B. H. et Gressard, C. (1984). Reliability and factorial validity of computer attitude scales. *Educational and Psychological Measurement*, 44(2), 501-505.
- Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique* (2e éd.). The MIT Press.
- Luck, S. J. et Kappenman, E. S. (2012). ERP Components and selective attention. Dans S. J. Luck et E. S. Kappenman (dir.), *The Oxford handbook of event-related potential components* (p. 295-327). Oxford University Press.
- Ludwig, K. A., Miriani, R. M., Langhals, N. B., Joseph, M. D., Anderson, D. J. et Kipke, D. R. (2009). Using a Common Average Reference to Improve Cortical Neuron Recordings from Microelectrode Arrays. *Journal of Neurophysiology*, 101(3), 1679-1689. <https://doi.org/10.1152/jn.90989.2008>
- Mahanama, B., Jayawardana, Y., Rengarajan, S., Jayawardena, G., Chukoskie, L., Snider, J. et Jayarathna, S. (2022). Eye Movement and Pupil Measures: A Review. *Frontiers in Computer Science*, 3, 733531. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2021.733531>
- Mai, N. N., Takahashi, Y. et Oo, M. M. (2020). Testing the Effectiveness of Transfer Interventions Using Solomon Four-Group Designs. *Education Sciences*, 10(4), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci10040092>
- Martin, F., Sun, T., Westine, C. D. et Ritzhaupt, A. D. (2022). Examining research on the impact of distance and online learning: A second-order meta-analysis study. *Educational Research Review*, 36, 100438. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100438>
- 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. *Journal of Work and Organizational Psychology*, 35, 27-37. <https://doi.org/10.5093/jwop2019a4>
- Masson, S. (2020). *Activer ses neurones : pour mieux apprendre et enseigner*. Odile Jacob.
- Masson, S. (2024). *Développer des compétences : Comment mieux utiliser son cerveau*. Odile Jacob.
- Mayer, R. (dir.). (2014a). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2e éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369>
- Mayer, R. E. (2014b). Cognitive Theory of Multimedia Learning. Dans R. E. Mayer (dir.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2e éd., p. 43-71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Mayer, R. E. (2019). Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology*, 33(2), 152-159. <https://doi.org/10.1002/acp.3482>
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3e éd.). Cambridge University Press.

- Mayer, R. E. et Pilegard, C. (2014). Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pre-training, and Modality Principles. Dans R. E. Mayer (dir.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2^e éd., p. 316-344). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.016>
- McGarrigle, R., Dawes, P., Stewart, A. J., Kuchinsky, S. E. et Munro, K. J. (2017). Pupillometry reveals changes in physiological arousal during a sustained listening task. *Psychophysiology*, 54(2), 193-203. <https://doi.org/10.1111/psyp.12772>
- McNamara, D. S. et O'Reilly, T. (2002). Learning: Knowledge representation, organization, and acquisition. Dans J. W. Guthrie (dir.), *The encyclopedia of education*. Macmillan Reference.
<https://tinyurl.com/35rcm9wz>
- McSpadden, K. (2015, 14 mai). *You Now Have a Shorter Attention Span Than a Goldfish*. TIME.
<https://time.com/3858309/attention-spans-goldfish/>
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R. et Baki, M. (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers College Record*, 115(3), 1-47.
<https://doi.org/10.1177/016146811311500307>
- Merriam, S. B. et Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: a guide to design and implementation* (4e éd.). John Wiley & Sons.
- Metcalfe, J., Butterfield, B., Habeck, C. et Stern, Y. (2012). Neural Correlates of People's Hypercorrection of Their False Beliefs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(7), 1571-1583.
https://doi.org/10.1162/jocn_a_00228
- Metcalfe, J., Casal-Roscum, L., Radin, A. et Friedman, D. (2015). On Teaching Old Dogs New Tricks. *Psychological Science*, 26(12), 1833-1842. <https://doi.org/10.1177/0956797615597912>
- Mikulka, P. J., Scerbo, M. W. et Freeman, F. G. (2002). Effects of a Biocybernetic System on Vigilance Performance. *Human Factors*, 44(4), 654-664. <https://doi.org/10.1518/0018720024496944>
- Miller, B. W. (2015). Using Reading Times and Eye-Movements to Measure Cognitive Engagement. *Educational Psychologist*, 50(1), 31-42. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1004068>
- Ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale. (2023). *Rapport d'activité 2022-2023 – Fonds de développement et de reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre*.
<https://tinyurl.com/4nj85tah>
- Ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale. (2024). *Rapport d'activité 2023-2024 – Fonds de développement et de reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre*.
https://www.cpmpt.gouv.qc.ca/fileadmin/fichiers_cpmpt/Publications/RAP_ACT_FDRCMO_23-24.pdf
- Moradi, G., Omid, L., Vosoughi, S., Ebrahimi, H., Alizadeh, A. et Alimohammadi, I. (2019). Effects of noise on selective attention: The role of introversion and extraversion. *Applied Acoustics*, 146, 213-217. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.11.029>

- Mubayrik, H. (2018). The Present and Future State of Blended Learning at Workplace-Learning Settings in Adult Education: A Systematic Review. *Journal of Social Studies Education Research*, 9(4), 247-273. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/661131>
- Mukamel, R., Ekstrom, A. D., Kaplan, J., Iacoboni, M. et Fried, I. (2010). Single-Neuron Responses in Humans during Execution and Observation of Actions. *Current Biology*, 20(8), 750-756. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.02.045>
- Murre, J. M. J. et Dros, J. (2015). Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve. *PLOS ONE*, 10(7), e0120644. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120644>
- Naismith, L. M. et Lajoie, S. P. (2018). Motivation and emotion predict medical students' attention to computer-based feedback. *Advances in Health Sciences Education*, 23(3), 465-485. <https://doi.org/10.1007/s10459-017-9806-x>
- National Center for O*NET Development. (2023). *Training and Development Specialists (13-1151.00)*. O*NET OnLine. <https://www.onetonline.org/link/summary/13-1151.00>
- Nederveld, A. et Berge, Z. L. (2015). Flipped learning in the workplace. *Journal of Workplace Learning*, 27(2), 162-172. <https://doi.org/10.1108/JWL-06-2014-0044>
- Ni, D., Wang, S. et Liu, G. (2020). The EEG-Based Attention Analysis in Multimedia m-Learning. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2020, e4837291. <https://doi.org/10.1155/2020/4837291>
- Niv, Y. (2019). Learning task-state representations. *Nature Neuroscience*, 22(10), 1544-1553. <https://doi.org/10.1038/s41593-019-0470-8>
- Noe, R. A. (2020). *Employee training and development* (8e éd.). McGraw-Hill Education.
- Noesgaard, S. S. (2016). Can e-learning change work practices? . a9h. Dans M. B. Nunes et M. McPherson (dir.), *International Conference on e-Learning* (p. 61-68). International Assn for Development of the Information Society (IADIS). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED571488.pdf>
- Norman, G. (2008). Effectiveness, efficiency, and e-learning. *Advances in health sciences education: theory and practice*, 13(3), 249-251. <https://doi.org/10.1007/s10459-008-9131-5>
- Oglesby, C. W. (2012). *Defense Acquisition University: A Study of Employee Perceptions on Web Based Learning Transfer* [Thèse de doctorat, Capella University]. <https://www.learntechlib.org/p/118601/>
- O'Grady, A. C., Reeve, S. A., Reeve, K. F., Vladescu, J. C. et Deshais, M. (2021). Comparing computer-based training and lecture formats to teach visual analysis of baseline-treatment graphs. *Behavioral Interventions*, 36, 67-92. <https://doi.org/10.1002/bin.1752>
- Oliveira, P. C. de, Cunha, C. J. C. de A., Nakayama, M. K., 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(2), 157-180. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752016000200001>

- Ortiz de Guinea, A., Titah, R. et Léger, P.-M. (2014). Explicit and Implicit Antecedents of Users' Behavioral Beliefs in Information Systems: A Neuropsychological Investigation. *Journal of Management Information Systems*, 30(4), 179-210. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222300407>
- Owen, E. L. (1997). The origins of 60-Hz as a power frequency. *IEEE Industry Applications Magazine*, 3(6), 8-14. <https://doi.org/10.1109/2943.628099>
- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2021). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (5e éd.). Armand Colin.
- Pan, S. C. et Sana, F. (2021). Pretesting versus posttesting: Comparing the pedagogical benefits of errorful generation and retrieval practice. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 27(2), 237-257. <https://doi.org/10.1037/xap0000345>
- Park, J.-H. et Wentling, T. (2007). Factors associated with transfer of training in workplace e-learning. *Journal of Workplace Learning*, 19(5), 311-329. <https://doi.org/10.1108/13665620710757860>
- Pauli, U. (2020). Training professionalisation and SME performance. *Human Resource Development International*, 23(2), 168-187. <https://doi.org/10.1080/13678868.2019.1696079>
- Peters, S., Barbier, M., Faulx, D. et Hansez, I. (2012). Learning and motivation to transfer after an e-learning programme: impact of trainees' motivation to train, personal interaction and satisfaction. *Innovations in Education and Teaching International*, 49(4), 375-387. <https://doi.org/10.1080/14703297.2012.728878>
- Péters, S., Vierset, V., Lafrenière-Carrier, B., Denis, D., Lauzier, M. et Haccoun, R. R. (2016). Analyse comparative et enrichissement entre les conceptions d'« expertise » et d'« incertitude » liées au transfert des apprentissages. Dans D. Denis et M. Lauzier (dir.), *Accroître le transfert des apprentissages* (p. 5-40). Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10qqxhg.8>
- Petersen, S. E. et Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual review of neuroscience*, 35, 73-89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Petty, G. C., Lim, D. H. et Zulauf, J. (2007). Training Transfer between CD-ROM Based Instruction and Traditional Classroom Instruction. *Journal of Technology Studies*, 33(1), 48-56. <https://jotsjournal.org/articles/10.21061/jots.v33i1.a.7>
- Phillips, J. et Phillips, P. P. (2016). Measuring Reaction and Learning. Dans *Handbook of training evaluation and measurement methods* (4^e éd., p. 153-177). Taylor & Francis Group.
- Pizzagalli, D. A. (2007). Electroencephalography and high-density electrophysiological source localisation. Dans J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary et G. G. Berntson (dir.), *Handbook of psychophysiology* (3e éd., p. 56-84). Cambridge University Press.
- Pollock, R. V. H., Jefferson, A. M., Wick, C. W. et Wick, C. W. (2015). *The six disciplines of breakthrough learning: how to turn training and development into business results* (3e éd.). Wiley.

- Pope, A. T., Bogart, E. H. et Bartolome, D. S. (1995). Biocybernetic system evaluates indices of operator engagement in automated task. *Biological Psychology*, 40(1), 187-195.
[https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05116-3](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05116-3)
- Pty Ltd. (2022). *NVivo* (version 1.7.2) [Logiciel].
- Pusic, M. V., Kessler, D., Szyld, D., Kalet, A., Pecaric, M. et Boutis, K. (2012). Experience Curves as an Organizing Framework for Deliberate Practice in Emergency Medicine Learning. *Academic Emergency Medicine*, 19(12), 1476-1480. <https://doi.org/10.1111/acem.12043>
- Radvansky, G. A., Doolen, A. C., Pettijohn, K. A. et Ritchey, M. (2022). A new look at memory retention and forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 48(11), 1698-1723. <https://doi.org/10.1037/xlm0001110>
- Ratniece, D. (2018). Cognitive Development in Active eLearning. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.28), 53-57. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.28.12881>
- Raz, A. (2009). Varieties of Attention. Dans G. G. Berntson et J. T. Cacioppo (dir.), *Handbook of Neuroscience for the Behavioral Sciences* (p. 361-369). John Wiley & Sons.
<https://doi.org/10.1002/9780470478509.neubb001018>
- Reams, P. et Twale, D. (2008). The promise of mixed methods: discovering conflicting realities in the data. *International Journal of Research & Method in Education*, 31(2), 133-142.
<https://doi.org/10.1080/17437270802124509>
- Reavley, N. J., Morgan, A. J., Fischer, J.-A., Kitchener, B. A., Bovopoulos, N. et Jorm, A. F. (2021). Longer-term effectiveness of eLearning and blended delivery of Mental Health First Aid training in the workplace: 2-Year follow-up of a randomised controlled trial. *Internet Interventions*, 25.
<https://doi.org/10.1016/j.invent.2021.100434>
- Reeve, J. M., Lee, W. et Won, S. (2015). Interest as Emotion, as Affect, and as Schema. Dans K. A. Renninger, M. Nieswandt et S. E. Hidi (dir.), *Interest in Mathematics and Science Learning* (p. 79-92). American Educational Research Association.
- Reid, H. J., Thomson, C. et McGlade, K. J. (2016). Content and discontent: a qualitative exploration of obstacles to elearning engagement in medical students. *BMC Medical Education*, 16, 188.
<https://doi.org/10.1186/s12909-016-0710-5>
- Renard, Y., Lotte, F., Gibert, G., Congedo, M., Maby, E., Delannoy, V., Bertrand, O. et Lécuyer, A. (2010). OpenViBE : An Open-Source Software Platform to Design, Test, and Use Brain-Computer Interfaces in Real and Virtual Environments. *PRESENCE : Teleoperators & Virtual Environments*, 19(1), 35-53. <https://doi.org/10.1162/pres.19.1.35>
- Rivard, P. et Lauzier, M. (2023). *La gestion de la formation et du développement des ressources humaines : pour préserver et accroître le capital compétence de l'organisation* (3e éd.). Presses de l'Université du Québec.

- Roger, C., Castellar, E. N., Pourtois, G. et Fias, W. (2014). Changing your mind before it is too late: The electrophysiological correlates of online error correction during response selection. *Psychophysiology*, 51(8), 746-760. <https://doi.org/10.1111/psyp.12224>
- Rouet, J.-F. et Britt, M. A. (2011). Relevance processes in multiple document comprehension. Dans M. T. McCrudden, J. P. Magliano et G. Schraw (dir.), *Text relevance and learning from text* (p. 19-52). Information Age Publishing Inc.
- Roussel, J.-F. (2007). *Étude de l'impact de pratiques pédagogiques et de facteurs environnementaux sur le transfert éloigné des apprentissages dans un contexte de formation en entreprise* [Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke]. <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/930>
- Roussel, J.-F. (2011). *Gérer la formation, viser le transfert : repères théoriques, outils pratiques*. Guérin, éditeur Itée.
- Roussel, J.-F. (2016). Transfert éloigné des apprentissages : Une perspective adaptative qui met en lumière le rôle primordial de l'apprenant. Dans M. Lauzier et D. Denis (dir.), *Accroître le transfert des apprentissages : Vers de nouvelles connaissances, pratiques et expériences* (p. 41-64). Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10qqxhg>
- Roussel, J.-F. (2018, février). *Gérer la formation : Viser le transfert*. Symposium 2018: A meeting of the Dialogue McGill Partners, Université McGill.
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2018). *Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness* (Paperback edition). The Guilford Press.
- Saks, A. M. et Belcourt, M. (2006). An investigation of training activities and transfer of training in organizations. *Human Resource Management*, 45(4), 629-648. <https://doi.org/10.1002/hrm.20135>
- Sánchez-Vera, M. del M., Fernández-Breis, J. T., Castellanos-Nieves, D., Frutos-Morales, F. et Prendes-Espinosa, M. P. (2012). Semantic Web technologies for generating feedback in online assessment environments. *Knowledge-Based Systems*, 33, 152-165. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.03.010>
- Scerif, G. et Wu, R. (2014). Developmental disorders: a window onto attention dynamics. Dans A. C. Nobre et S. Kastner (dir.), *The Oxford handbook of attention* (p. 393-926). Oxford University Press.
- Schmeiser, C. et Welch, C. (2006). Test Development. Dans R. L. Brennan, American Council on Education et National Council on Measurement in Education (dir.), *Educational Measurement* (4e éd., p. 307-353). Praeger Publishers.
- Schoeb, G., Lafrenière-Carrier, B., Lauzier, M. et Courcy, F. (2021). La mesure du transfert des apprentissages : état des lieux et perspectives d'avenir pour la recherche. *Canadian Journal of Administrative Sciences / Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, 38, 1-13. <https://doi.org/10.1002/cjas.1588>

- Schrader, P. G. et Lawless, K. A. (2004). *The Knowledge, Attitudes, & Behaviors Approach: How to Evaluate Performance and Learning in Complex Environments*, 43(9), 8-15.
<https://www.proquest.com/docview/237244341/citation/F17C37822E0B4C6CPQ/1>
- Schwabish, J. (2016, 29 janvier). The Attention Span Statistic Fallacy. *PolicyViz*.
<https://policyviz.com/2016/01/29/the-attention-span-statistic-fallacy/>
- Schwanz, K. A., Palm, L. J. et Brallier, S. A. (2007). Attention problems and hyperactivity as predictors of college grade point average. *Journal of Attention Disorders*, 11(3), 368-373.
<https://doi.org/10.1177/1087054707305155>
- Seeg, B., Gauglitz, I. K. et Schütz, A. (2022). Explaining and enhancing training transfer: a consumer-centric evaluation of a leadership training. *Human Resource Development International*, 25(5), 506-526. <https://doi.org/10.1080/13678868.2021.1904351>
- SensoMotoric Instruments. IViewX System Manual Version 2.8. mars 2014.
- Seok, D., Lee, S., Kim, M., Cho, J. et Kim, C. (2021). Motion Artifact Removal Techniques for Wearable EEG and PPG Sensor Systems. *Frontiers in Electronics*, 2, 685513.
<https://doi.org/10.3389/felec.2021.685513>
- Sethi, C., Dabas, H., Dua, C., Dalawat, M. et Sethia, D. (2018). EEG-Based Attention Feedback to Improve Focus in E-Learning. Dans *Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence* (p. 321-326). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/3297156.3297157>
- Shah, V. et Soror, A. (2019). An Empirical Examination of Cognitive Absorption in a Computer-based Simulation Training Context. *AIS Transactions on Replication Research*, 5, 1-21.
<https://doi.org/10.17705/1attr.00038>
- Shank, P. (dir.). (2007). *The online learning idea book: 95 proven ways to enhance technology-based and blended learning*. Pfeiffer.
- Shank, P. (2017, 4 avril). Attention And The 8-Second Attention Span. *eLearning Industry*.
<https://elearningindustry.com/8-second-attention-span-organizational-learning>
- Shell, D. F., Brooks, D. W., Trainin, G., Wilson, K. M., Kauffman, D. F. et Herr, L. M. (2010). *The Unified Learning Model*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3215-7>
- Shell, D. F. et Flowerday, T. (2019). Affordances and Attention: Learning and Culture. Dans K. A. Renninger et S. E. Hidi (dir.), *The Cambridge Handbook of Motivation and Learning* (p. 759-782). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316823279.032>
- Shen, D., Cho, M.-H., Tsai, C.-L. et Marra, R. (2013). Unpacking online learning experiences: Online learning self-efficacy and learning satisfaction. *The Internet and Higher Education*, 19, 10-17.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2013.04.001>
- Shiffrin, R. M. et Atkinson, R. C. (1969). Storage and retrieval processes in long-term memory. *Psychological Review*, 76(2), 179-193. <https://doi.org/10.1037/h0027277>

- Shrock, S. et Coscarelli, W. (2007). The CRTD Model and Process. Dans *Criterion-referenced test development: Technical and legal guidelines for corporate training and certification* (3^e éd., p. 39-54). Pfeiffer.
- Shukla, A., Dash, S. et Kumar, A. (2023). Factors affecting transfer of online training: A systematic literature review and proposed taxonomy. *Human Resource Development Quarterly*, 1-28. <https://doi.org/10.1002/hrdq.21518>
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Sireci, S. G. et Zenisky, A. L. (2006). Innovative Item Formats in Computer-Based Testing: In Pursuit of Improved Construct Representation. Dans S. M. Downing et T. M. Haladyna (dir.), *Handbook of test development* (p. 329-347). Lawrence Erlbaum.
- Sitzmann, T., Kraiger, K., Stewart, D. et Wisher, R. (2006). The Comparative Effectiveness of Web-Based and Classroom Instruction: A Meta-Analysis. *Personnel Psychology*, 59(3), 623-664. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2006.00049.x>
- Skaramagkas, V., Giannakakis, G., Ktistakis, E., Manousos, D., Karatzanis, I., Tachos, N. S., Tripoliti, E., Marias, K., Fotiadis, D. I. et Tsiknakis, M. (2023). Review of Eye Tracking Metrics Involved in Emotional and Cognitive Processes. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 16, 260-277. <https://doi.org/10.1109/RBME.2021.3066072>
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. *Science*, 128(3330), 969-977. <http://www.jstor.org/stable/1755240>
- Snow, S. (2023, 16 janvier). Science Shows: Humans Have Massive Capacity For Sustained Attention, And Storytelling Unlocks It. <https://www.forbes.com/sites/shanesnow/2023/01/16/science-shows-humans-have-massive-capacity-for-sustained-attention-and-storytelling-unlocks-it/>
- Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z. et Kohnová, L. (2019). External Partnerships in Employee Education and Development as the Key to Facing Industry 4.0 Challenges. *Sustainability*, 11(2), 345. <https://doi.org/10.3390/su11020345>
- Stevens, C. J., Horrigan, J., Heale, R. et Koren, I. (2020). Northeastern Ontario nurses' perceptions of e-learning: An interpretive description. *Nurse Education Today*, 92, 104509. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104509>
- Stevens, D., Anderson, D. I., O'Dwyer, N. J. et Williams, M. A. (2012). Does self-efficacy mediate transfer effects in the learning of easy and difficult motor skills? *Consciousness and Cognition*, 21(3), 1122-1128. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.03.014>
- Storyline. (s. d.) (version 360). Articulate.
- Subramanian, D. K. R. (2018). Myth and Mystery of Shrinking Attention Span. *International Journal of Trend in Research and Development*, 5(3). <http://www.ijtrd.com/papers/IJTRD16531.pdf>

- Sun, P.-C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y.-Y. et Yeh, D. (2008). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), 1183-1202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>
- Tabachnick, B. G. et Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7e éd.). Pearson.
- Tallent-Runnels, M. K., Thomas, J. A., Lan, W. Y., Cooper, S., Ahern, T. C., Shaw, S. M. et Liu, X. (2006). Teaching Courses Online: A Review of the Research. *Review of Educational Research*, 76(1), 93-135. <https://doi.org/10.3102/00346543076001093>
- Tladi, L. S. (2017). Perceived ability and success: which self-efficacy measures matter? A distance learning perspective. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 32(3), 243-261. <https://doi.org/10.1080/02680513.2017.1356711>
- Tonhäuser, C. et Büker, L. (2016). Determinants of Transfer of Training: A Comprehensive Literature Review. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 3(2), 127-165. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.3.2.4>
- Tourmen, C. (2015). L'évaluation des compétences professionnelles : apports croisés de la littérature en évaluation, en éducation et en psychologie du travail. *Mesure et évaluation en éducation*, 38(2), 111-144. <https://doi.org/10.7202/1036765ar>
- Towey, G. E., Fabio, R. A. et Capri, T. (2019). Measurement of attention. Dans T. Capri, R. A. Fabio, G. E. Towey et A. Antonietti (dir.), *Attention today* (p. 41-83). Nova Science Publishers. <https://tinyurl.com/46ee7yfy>
- Treisman, A. (2009). Attention: Theoretical and Psychological Perspectives. Dans M. S. Gazzaniga (dir.), *The Cognitive Neurosciences* (4^e éd.). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8029.003.0020>
- Trombley, A. L. (2004). *The Effect of Employee Computer Self-Efficacy on Transfer of Training Following Computer-Based Training* [Mémoire de maîtrise, Western Michigan University]. https://scholarworks.wmich.edu/masters_theses/4054
- Unsworth, N. et Robison, M. K. (2018). Tracking arousal state and mind wandering with pupillometry. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 18(4), 638-664. <https://doi.org/10.3758/s13415-018-0594-4>
- U.S. Department of Education. (2010). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*. U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation, and Policy Development. <https://www.ed.gov/sites/ed/files/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>
- Valdez, P. (2019). Circadian Rhythms in Attention. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 92(1), 81-92. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6430172/>
- Van der Maren, J.-M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. (2e éd.). Les Presses de l'Université de Montréal.

- van der Kleij, F. M., Adie, L. E. et Cumming, J. J. (2019). A meta-review of the student role in feedback. *International Journal of Educational Research*, 98, 303-323.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.09.005>
- van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W. et Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475-511. <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>
- Van Gog, T. (2014). The Signaling (or Cueing) Principle in Multimedia Learning. Dans R. E. Mayer (dir.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2^e éd., p. 263-278). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.014>
- van Atteveldt, N., van Kesteren, M. T. R., Braams, B. et Krabbendam, L. (2018). Neuroimaging of learning and development: improving ecological validity. *Frontline Learning Research*, 6(3), 186-203.
<https://doi.org/10.14786/flr.v6i3.366>
- van Gerven, M., Farquhar, J., Schaefer, R., Vlek, R., Geuze, J., Nijholt, A., Ramsey, N., Haselager, P., Vuurpijl, L., Gielen, S. et Desain, P. (2009). The brain-computer interface cycle. *Journal of neural engineering*, 6(4), 041001. <https://doi.org/10.1088/1741-2560/6/4/041001>
- Vasilev, M. R., Kirkby, J. A. et Angele, B. (2018). Auditory Distraction During Reading: A Bayesian Meta-Analysis of a Continuing Controversy. *Perspectives on Psychological Science*, 13(5), 567-597.
<https://doi.org/10.1177/1745691617747398>
- Veillard, L. et Coppé, S. (2009). Mobilisation de connaissances antérieures en formation professionnelle par alternance. *Éducation et didactique*, 3(2), 45-76.
<https://doi.org/10.4000/educationdidactique.463>
- Vignoli, M., Mariani, M. G., Guglielmi, D. et Violante, F. S. (2018). Leadership styles and self-efficacy in determining transfer intentions of safety training. *Journal of Workplace Learning*, 30(1), 65-76.
<https://doi.org/10.1108/JWL-01-2017-0001>
- Walter, C., Rosenstiel, W., Bogdan, M., Gerjets, P. et Spüler, M. (2017). Online EEG-Based Workload Adaptation of an Arithmetic Learning Environment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 286.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00286>
- Wang, C.-C. et Hsu, M.-C. (2014). An exploratory study using inexpensive electroencephalography (EEG) to understand flow experience in computer-based instruction. *Information & Management*, 51(7), 912-923. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.05.010>
- Wang, L., Zhang, Z., McArdle, J. J. et Salthouse, T. A. (2008). Investigating Ceiling Effects in Longitudinal Data Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 43(3), 476-496.
<https://doi.org/10.1080/00273170802285941>
- Wei, W. (2017). A Critical Review of Washback Studies: Hypothesis and Evidence. Dans R. Al-Mahrooqi, C. Coombe, F. Al-Maamari et V. Thakur (dir.), *Revisiting EFL Assessment* (p. 49-67). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32601-6_4

- Welch, J. (2011). The Emergence of Interdisciplinarity from Epistemological Thought. *Issues in Integrative Studies*, 29, 1-39. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1101134>
- Wilson, K. et Korn, J. H. (2007). Attention During Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*, 34(2), 85-89. <https://doi.org/10.1080/00986280701291291>
- Wisniewski, B., Zierer, K. et Hattie, J. (2020). The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology*, 10, 3087. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087>
- Wong, R. M. et Adesope, O. O. (2021). Meta-Analysis of Emotional Designs in Multimedia Learning: A Replication and Extension Study. *Educational Psychology Review*, 33(2), 357-385. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09545-x>
- Yaghi, A. et Bates, R. (2020). The role of supervisor and peer support in training transfer in institutions of higher education. *International Journal of Training and Development*, 24(2), 89-104. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12173>
- Yelon, S. L., Ford, K. J. et Bhatia, S. (2014). How Trainees Transfer What They Have Learned: Toward a Taxonomy of Use. *Performance Improvement Quarterly*, 27(3), 27-52. <https://doi.org/10.1002/piq.21172>
- Yilmaz, F. G. K. et Keser, H. (2016). The impact of reflective thinking activities in e-learning: A critical review of the empirical research. *Computers & Education*, 95, 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.006>
- Yin, R. K. (2016). *Qualitative research from start to finish* (2e éd.). The Guilford Press.
- Young, M. S., Robinson, S. et Alberts, P. (2009). Students pay attention! : Combating the vigilance decrement to improve learning during lectures. *Active Learning in Higher Education*, 10(1), 41-55. <https://doi.org/10.1177/1469787408100194>
- Zomeran, A. H. et Brouwer, W. (2020). Assessment of Attention. Dans J. R. Crawford, D. M. Parker et W. W. McKinlay (dir.), *A Handbook of neuropsychological assessment* (p. 241-266). Routledge.
- Zuppiger, J., Bieri, S. et Chochard, Y. (2023, 12 mai). *La fixation de seuils d'interprétation pour accompagner le transfert des apprentissages à l'hôpital* [Communication orale]. 90e congrès de l'ACFAS, Montréal (Québec) Canada. <https://www.acfas.ca/evenements/congres/programme/90/500/537/c>
- Zvacek, S. (2021). Digital Natives and Other Mythical Beasts. Dans *Proceedings of the 2021 ACM SIGUCCS Annual Conference* (p. 3). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3419944.3440726>