



HAL
open science

Apprentissage à distance, apprentissage gamifié : identification des facteurs de la réussite universitaire

Florian Laronze

► **To cite this version:**

Florian Laronze. Apprentissage à distance, apprentissage gamifié : identification des facteurs de la réussite universitaire. Psychologie. Université de Bordeaux, 2024. Français. NNT : 2024BORD0445 . tel-04893517

HAL Id: tel-04893517

<https://theses.hal.science/tel-04893517v1>

Submitted on 17 Jan 2025

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

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

THÈSE PRÉSENTÉE

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE SOCIÉTÉS, POLITIQUE, SANTÉ PUBLIQUE

SCIENCES COGNITIVES ET ERGONOMIE – OPTION SCIENCES
COGNITIVES

Par Florian LARONZE

**APPRENTISSAGE A DISTANCE, APPRENTISSAGE
GAMIFIÉ : IDENTIFICATION DES FACTEURS DE LA
REUSSITE UNIVERSITAIRE**

Sous la direction de M. Bernard N'KAOUA

Soutenue le 20/12/2024

Membres du jury :

M. N'KAOUA, Bernard	Professeur des universités	Université de Bordeaux	Directeur de thèse
M. TRICOT, André	Professeur des universités	Université de Montpellier	Rapporteur
M. DESSUS, Philippe	Professeur des universités	Université de Grenoble	Rapporteur
Mme MATHEY, Stéphanie	Professeure des universités	Université de Bordeaux	Examinatrice

Titre : APPRENTISSAGE A DISTANCE, APPRENTISSAGE GAMIFIÉ : IDENTIFICATION DES FACTEURS DE LA REUSSITE UNIVERSITAIRE

Résumé :

Récemment, le président de France Université a rappelé que « l'objectif ultime de l'université française est d'intégrer celles et ceux qui veulent y entrer et faire en sorte qu'ils y réussissent ». Certainement accentué par la crise sanitaire majeure de la pandémie de Covid-19, un constat national d'une proportion importante d'étudiantes et d'étudiants en grande difficulté est dressé, avec des répercussions notables sur la santé mentale. De plus, à peine plus d'un quart des étudiants inscrits en Licence obtiennent leur diplôme à l'issue des trois années de formation. Face à ces constats, la nécessité d'une meilleure compréhension des déterminants de la réussite universitaire représente aujourd'hui un enjeu sociétal de premier plan.

En lien également avec la crise sanitaire, la pratique de l'apprentissage à distance, et notamment sa modalité synchrone (ex : Zoom), a explosé à l'échelle mondiale et semble destinée à s'imposer comme un mode d'apprentissage courant. Couplées à ce développement de l'apprentissage à distance, mais également à la révolution technologique et aux réflexions pédagogiques visant à encourager l'engagement des étudiants durant les cours, ces dernières années ont également vu l'essor d'outils pédagogiques numériques et gamifiés (ex : applications mobiles de quiz, environnement de réalité virtuelle à visée éducative, etc.).

Dans ce contexte général, l'objectif de ma thèse est de mieux comprendre les impacts de l'apprentissage à distance et des outils numériques gamifiés sur la réussite académique (ex : émotions ressenties, motivation, notes, etc.). En perspective, dans le cadre du projet national "Université Atypie Friendly" visant à favoriser l'inclusion universitaire de jeunes adultes avec un Trouble du Spectre de l'Autisme, ce travail visera également à identifier les outils numériques et pratiques pédagogiques étant les plus pertinents pour ce public spécifique.

Mots clés : Université – Marqueurs de réussite – Apprentissage à distance – Apprentissage gamifié – Quiz – Réalité virtuelle – TSA

Titre : APPRENTISSAGE A DISTANCE, APPRENTISSAGE GAMIFIÉ : IDENTIFICATION DES FACTEURS DE LA REUSSITE UNIVERSITAIRE

Abstract:

Recently, the President of France Université emphasised that 'the ultimate objective of the French university is to integrate those who want to enrol and to ensure that they succeed'. Certainly exacerbated by the major health crisis caused by the Covid-19 pandemic, a high proportion of students are experiencing serious difficulties, with significant repercussions for their mental health. In addition, just over a quarter of students enrolled on a Licence degree complete their three-year programme. Given these facts, the need for a better understanding of the factors that determine success at university is a major challenge for our society.

Also associated with the health crisis, the practice of distance learning, and in particular its synchronous mode (e.g. Zoom), has boomed worldwide and seems destined to become a common mode of learning. Coupled with this development of distance learning, but also with the technological revolution and pedagogical considerations aimed at encouraging student engagement during lessons, recent years have also seen the rise of digital and gamified teaching tools (e.g. mobile quiz applications, virtual reality environments for educational purposes, etc.). In this general context, the aim of my thesis is to gain a better understanding of the impact of distance learning and gamified digital tools on academic success (e.g. emotions felt, motivation, grades, etc.). As part of the national 'Université Atypie Friendly' project, which aims to promote the academic inclusion of young adults with Autism Spectrum Disorder, this thesis will also seek to identify the most relevant digital tools and pedagogical practices for this specific audience.

Keywords: University - Success markers - Distance learning - Gamified learning - Quiz - Virtual reality – ASD

Unité de recherche

Bordeaux Population Health - Research Center – U1219

Equipe ACTIVE

146 Rue Léo Saignat 11, 33076 Bordeaux

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	- 7 -
CHAPITRE 1 - LA REUSSITE ACADEMIQUE A L'UNIVERSITE	- 9 -
RESUME DU CHAPITRE	- 9 -
L'ACQUISITION DE LA CONNAISSANCE AU CŒUR DU DEVELOPPEMENT HUMAIN	- 9 -
ÉVOLUTION DU SYSTEME EDUCATIF FRANÇAIS ET ROLE DE L'UNIVERSITE.....	- 11 -
L'APPRENTISSAGE N'EST PAS TOUT : MODELISATION DE LA REUSSITE ACADEMIQUE	- 12 -
FOCUS SUR LES MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE	- 18 -
CHAPITRE 2 - L'IMPACT DES OUTILS NUMERIQUES SUR LES MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE : L'APPRENTISSAGE A DISTANCE SYNCHRONE A L'UNIVERSITE	- 63 -
RESUME DU CHAPITRE	- 63 -
ARTICLES CONNEXES A CE CHAPITRE.....	- 63 -
DEFINITION DE L'APPRENTISSAGE A DISTANCE	- 64 -
HISTORIQUE DE L'APPRENTISSAGE A DISTANCE	- 65 -
EFFET DE L'APPRENTISSAGE A DISTANCE SUR LES MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE	- 74 -
CONCLUSION DU CHAPITRE	- 92 -
CHAPITRE 3 - L'IMPACT DES OUTILS NUMERIQUES SUR LES MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE : L'APPRENTISSAGE GAMIFIE A L'UNIVERSITE.....	- 94 -
RESUME DU CHAPITRE	- 94 -
ARTICLES CONNEXES A CE CHAPITRE.....	- 94 -
DEFINITION ET HISTOIRE DES SERIOUS GAME ET DE LA GAMIFICATION	- 95 -
MODELES THEORIQUES DES SERIOUS GAME ET DE LA GAMIFICATION : EVOLUTION VERS L'APPRENTISSAGE GAMIFIE	- 98 -
EFFICACITE GENERALE DE L'APPRENTISSAGE GAMIFIE.....	- 107 -
APPRENTISSAGE GAMIFIE AVEC LES QUIZ.....	- 111 -
APPRENTISSAGE GAMIFIE AVEC LES ENVIRONNEMENTS DE REALITE VIRTUELLE A VISEE EDUCATIONNELLE	- 119 -
CONCLUSION DU CHAPITRE	- 134 -
CHAPITRE 4 - LA SITUATION DES ETUDIANTS UNIVERSITAIRES AVEC UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME ET LES OUTILS NUMERIQUES ET PRATIQUES PEDAGOGIQUES ADAPTES	- 135 -
RESUME DU CHAPITRE	- 135 -
ARTICLES CONNEXES A CE CHAPITRE.....	- 135 -
SITUATION DE HANDICAP ET INCLUSION SCOLAIRE EN FRANCE	- 136 -
LE TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME : MODELES ET THEORIES COGNITIVES EXPLICATIFS.....	- 138 -
INCLUSION DES ETUDIANTS AVEC TSA A L'UNIVERSITE	- 144 -
	- 3 -

PRATIQUES PEDAGOGIQUES ET OUTILS NUMERIQUES ADAPTES POUR LES ETUDIANTS AVEC TSA.....	- 146 -
PROGRAMMES D'INCLUSION UNIVERSITAIRE ET PROJET ATYPIC-FRIENDLY.....	- 150 -
CONCLUSION DU CHAPITRE	- 153 -
CHAPITRE 5 : OBJECTIFS ET METHODOLOGIE GENERALE.....	- 154 -
PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE LA THESE	- 154 -
METHODOLOGIE GENERALE	- 156 -
CONTEXTE GENERAL PANDEMIQUE	- 157 -
OUTILS NUMERIQUES	- 158 -
LES ECHELLES UTILISEES.....	- 159 -
CHAPITRE 6 : ÉTUDE DE L'APPRENTISSAGE A DISTANCE SYNCHRONES ET DE SON IMPACT SUR LES MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE	- 168 -
ARTICLE N°1 : MIEUX COMPRENDRE LES FACTEURS DE REUSSITE DE L'APPRENTISSAGE A DISTANCE SYNCHRONES : UNE ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES	- 168 -
INTRODUCTION ET RAPPEL DU CONTEXTE.....	- 168 -
MATERIELS ET METHODES	- 170 -
RESULTATS	- 174 -
DISCUSSION.....	- 180 -
CONCLUSION	- 185 -
ARTICLE N°2 : L'INFLUENCE DU BIG-5 SUR LA PERFORMANCE ACADEMIQUE : EFFETS MEDIATEURS ET MODERATEURS DES INTERACTIONS ETUDIANT-ENSEIGNANT ET DES CAPACITES COGNITIVES	- 186 -
INTRODUCTION	- 186 -
MATERIELS ET METHODES	- 189 -
RESULTATS	- 190 -
DISCUSSION.....	- 194 -
CONCLUSION	- 199 -
ARTICLE N°3 : DIFFERENCES ENTRE L'APPRENTISSAGE EN PRESENTIEL ET L'APPRENTISSAGE A DISTANCE SYNCHRONES SUR LES MARQUEURS DE REUSSITE COGNITIFS, COMPORTEMENTAUX ET AFFECTIFS	- 200 -
INTRODUCTION	- 200 -
MATERIELS ET METHODES	- 203 -
RESULTATS	- 205 -
DISCUSSION.....	- 211 -
LIMITES ET PERSPECTIVES	- 214 -
CONCLUSION	- 216 -
	- 4 -

CONCLUSION GENERALE DU CHAPITRE	- 217 -
CHAPITRE 7 : ÉTUDE DES OUTILS NUMERIQUES GAMIFIES ET DE LEURS IMPACTS SUR LES MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE.....	- 218 -
ARTICLE N°4 : COLLABORATION ACTIVE DANS LES QUIZ GAMIFIES : QUELS IMPACTS SUR LES MARQUEURS COGNITIFS, COMPORTEMENTAUX ET AFFECTIFS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE ?.....	- 218 -
INTRODUCTION ET RAPPEL DU CONTEXTE	- 218 -
MATERIELS ET METHODES	- 223 -
RESULTATS	- 228 -
DISCUSSION.....	- 231 -
CONCLUSION	- 235 -
ARTICLE N°5 : AMELIORER L'ENSEIGNEMENT DE LA PHARMACOLOGIE : ETUDE DE L'EFFICACITE DE L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU SERIEUX GRACE A LA SIMULATION VIRTUELLE.....	- 236 -
INTRODUCTION ET RAPPEL DU CONTEXTE	- 236 -
MATERIELS ET METHODES	- 239 -
RESULTATS	- 248 -
DISCUSSION.....	- 251 -
PERSPECTIVES ET CONCLUSION	- 254 -
CONCLUSION GENERALE DU CHAPITRE	- 256 -
CHAPITRE 8 : ÉTUDE DES OUTILS NUMERIQUES ET PRATIQUES PEDAGOGIQUES ADAPTES AUX ETUDIANTS AVEC TSA A L'UNIVERSITE	- 257 -
ARTICLE N°6 A, B : LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA REUSSITE DES ETUDIANTS AVEC TSA A L'UNIVERSITE : UNE REVUE SYSTEMATIQUE.....	- 258 -
INTRODUCTION ET RAPPEL DU CONTEXTE	- 258 -
METHODE.....	- 260 -
RESULTATS	- 263 -
SYNTHESE DES RESULTATS.....	- 264 -
DISCUSSION ET CONCLUSION	- 269 -
ARTICLE N°7 : ÉVALUATION DE LA PERTINENCE ET DE L'IMPLEMENTATION DES PRATIQUES PEDAGOGIQUES ADAPTEES AUX ETUDIANTS AVEC TSA A L'UNIVERSITE.....	- 273 -
INTRODUCTION ET RAPPEL DU CONTEXTE	- 273 -
MATERIELS ET METHODE.....	- 276 -
RESULTATS	- 279 -

DISCUSSION.....	- 287 -
CONCLUSION	- 292 -
IMPLICATIONS.....	- 292 -
CONCLUSION GENERALE DU CHAPITRE	- 293 -
CHAPITRE N° 9 : DISCUSSION GENERALE	- 295 -
PRINCIPAUX RESULTATS DES ARTICLES REALISES.....	- 297 -
DISTINCTION ENTRE FACTEURS INDIVIDUELS ET MARQUEURS DE LA REUSSITE ACADEMIQUE.....	- 301 -
APPROCHE MULTIFACTORIELLE EN CONDITION ECOLOGIQUE : AVANTAGES ET LIMITES DES DIFFERENTES ECHELLES DE LA REUSSITE ACADEMIQUE.....	- 305 -
APPRENTISSAGE A DISTANCE SYNCHRON ET APPRENTISSAGE EN PRESENTIEL : LES INTERACTIONS COMME ELEMENT CENTRAL DE LA REUSSITE ACADEMIQUE	- 309 -
APPRENTISSAGE GAMIFIE ET ELEMENTS DE JEUX : EFFETS PASSIF/ACTIF/COLLABORATIF ET EFFETS DE L'IMMERSION	- 311 -
ÉTUDIANTS AVEC TSA ET INCLUSION UNIVERSITAIRE : ENJEU DE SOCIETE ET PROJETS A VENIR	- 317 -
RECOMMANDATIONS PEDAGOGIQUES.....	- 323 -
BIBLIOGRAPHIE.....	- 326 -
ANNEXES	- 374 -
ANNEXE N°1.....	- 374 -
ANNEXE N°2.....	- 377 -
ANNEXE N°3.....	- 381 -
ANNEXE N°4.....	- 385 -
ANNEXE N°5.....	- 387 -
ANNEXE N°6.....	- 389 -
ANNEXE N°7.....	- 394 -
REMERCIEMENTS.....	- 397 -

Introduction générale

Récemment, le président de France Université a rappelé que "l'objectif ultime de l'Université française est d'intégrer celles et ceux qui veulent y entrer et faire en sorte qu'ils y réussissent". Certainement accentué par la crise sanitaire majeure de la pandémie de Covid-19, un constat national d'une proportion importante d'étudiantes et d'étudiants en grande difficulté est dressé, avec des répercussions notables sur la santé mentale. Par exemple, dans les études i-Share et CONFINS portant sur la santé mentale des étudiants universitaires, plus de 41% des étudiants rapportent une dépression modérée à sévère et près d'un sur trois déclare avoir des idées suicidaires, ces facteurs étant accrus par la transition entre le lycée et l'Université, l'augmentation de la charge de travail, du stress psychosocial, de la pression académique et de la solitude (Arsandaux et al., 2021 ; Macalli et al., 2022). De plus, à peine plus d'un tiers des étudiants inscrits en Licence obtiennent leur diplôme à l'issue des trois années de formation, ce qui accentue grandement le malaise et les difficultés rencontrés par les étudiants (Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2018 ; Van Rooij et al., 2017). Face à ces constats, la nécessité d'une meilleure compréhension des déterminants de la réussite universitaire représente aujourd'hui un enjeu sociétal de premier plan.

En lien également avec la crise sanitaire, la pratique de l'apprentissage à distance, et notamment sa modalité synchrone (ex : Zoom), a explosé à l'échelle mondiale et semble destinée à s'imposer comme un mode d'apprentissage courant, notamment compte tenu des futurs événements (ex : pandémie) présagés par les modélisations du changement climatique (GIEC, 2024). Couplées à ce développement de l'apprentissage à distance, mais également à la révolution technologique et aux réflexions pédagogiques visant à encourager l'engagement des étudiants durant les cours, ces dernières années ont également vu l'essor d'outils pédagogiques numériques et gamifiés (ex : application portable de quiz, environnement de réalité virtuelle à visée éducative, etc.) (Ritzhaupt et al., 2021).

Dans ce contexte général, l'objectif de ma thèse est de mieux comprendre l'impact de l'apprentissage à distance et des outils numériques gamifiés sur la réussite académique.

- Apprentissage à distance synchrone : Dans un premier temps (article n°1) nous avons identifié les principaux facteurs (personnalité, attention, mémoire, connaissances numériques) susceptibles d'impacter la réussite universitaire (notes, émotions, motivation, interactions étudiants-enseignants) en apprentissage à distance synchrone et tenté d'en évaluer

l'importance relative à l'aide de méthodes d'analyses multifactorielles et de classification hiérarchiques. Puis nous nous sommes focalisés (article n°2) sur certains de ces facteurs (personnalité, capacités cognitives, interactions étudiant-enseignant) afin de saisir plus finement leurs rôles sur la réussite académique (effets simples et effets combinés) à l'aide de modèles de médiation-modération. Enfin, nous avons comparé l'apprentissage à distance et l'apprentissage en présentiel (article n°3) afin d'identifier l'impact différentiel de ces deux modalités d'apprentissage sur les marqueurs de la réussite académique.

- Outils numériques et gamification : en lien avec l'apprentissage à distance, le développement des outils numériques d'apprentissage a introduit, et le plus souvent réactualisé, les réflexions portant sur l'intérêt de certaines pratiques pédagogiques. Parmi ces pratiques, l'usage du jeu, appelé gamification, fait l'objet d'une attention particulière. La notion "d'engagement des étudiants" est mise en avant pour tenter d'en identifier les mécanismes facilitateurs et leurs impacts sur la réussite universitaire (Landers, 2014). Dans ce cadre, nous nous sommes intéressés (article n°4) à l'impact des dimensions actif/passif et individuel/collaboratif des apprentissages réalisés à l'aide d'outils numériques gamifiés (Wooclap). Nous nous sommes également intéressés (article n°5) à l'impact de cette même dimension actif/passif ainsi qu'à la dimension immersive/non-immersive dans une situation d'apprentissage à distance asynchrone utilisant un jeu sérieux.

En perspective et dans le prolongement de ces différentes études, ma thèse s'inscrit également dans le projet national "Université Atypie Friendly" (PIA3), mobilisant environ 25 Universités françaises, et cherchant à favoriser l'inclusion universitaire de jeunes adultes avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA). Parmi les différentes actions nationales menées, un axe important du projet Atypie Friendly porte sur les innovations pédagogiques et les outils numériques à destination des étudiants présentant des troubles du neurodéveloppement. Les perspectives de ma thèse s'inscrivent dans ces enjeux sociétaux. Dans ces enjeux sociétaux, nous avons réalisé : une revue systématique (article n°6 a, b) portant sur les outils numériques à destination des étudiants avec TSA à l'Université ; une étude (article n°7) visant à identifier les pratiques pédagogiques jugées comme étant les plus pertinentes par ce public spécifique.

Chapitre 1 - La réussite académique à l'Université

Résumé du chapitre

Ce chapitre présente une revue de la littérature des différents éléments jouant un rôle dans la réussite académique des étudiants à l'Université.

La première partie consistera à définir la notion de connaissance et à en comprendre son importance dans le développement de l'individu. Ensuite nous présenterons le système éducatif français, principalement l'Université, son rôle et ses limites. Nous poursuivrons avec une présentation de différents modèles de la réussite académique tendant à définir cette notion, notamment la taxonomie de Bloom.

Enfin, nous discuterons de la réussite académique à travers les différents marqueurs de cette réussite (notes, motivation, émotions, engagement, etc.), les grands modèles, mais également les facteurs individuels (personnalité, intelligence, capacités cognitives, genre, etc.) influençant cette réussite.

L'acquisition de la connaissance au cœur du développement humain

L'espèce humaine dont nous faisons partie est dotée de différents récepteurs sensoriels (ex : visuels - cônes, bâtonnets -, sonores - organe de Corti -, du toucher - corpuscules de Meissner, de Pacini, etc. -, du goût - papilles gustatives -, olfactifs, proprioceptifs, etc.), plus ou moins fonctionnels, pouvant réagir aux différents stimuli (sons, odeurs, stimulations sensorielles, etc.) provenant de l'environnement. À l'issue des multiples rencontres entre récepteurs et stimuli, des mécanismes complexes au sein du système nerveux central vont rendre possible le traitement de cette information, pouvant mener à la réalisation d'une action sur l'environnement et sur nous-mêmes en retour (ex : déplacement, parole, augmentation du rythme cardiaque, etc.). En fonction du déroulé de ces opérations et des changements pouvant avoir lieu dans cet environnement, l'espèce humaine va pouvoir s'adapter à l'environnement changeant par des modifications de son comportement. Ce changement de comportement peut être intégré sous la forme d'une connaissance, c'est-à-dire une trace du passé (action, opération, émotion, sensation), stockée en mémoire, que l'on parvient à mobiliser alors même que l'on peut avoir

oublié son origine (Geary, 2008, Tricot, 2017). Ce processus de changement de comportement et de modification d'une connaissance de façon durable est alors qualifié d'apprentissage (Geary, 2008 ; Tricot, 2017).

Geary (2008) distingue deux types d'apprentissage différents : les apprentissages primaires et les apprentissages secondaires. Les apprentissages primaires désignent l'acquisition de connaissances essentielles à l'évolution de l'espèce humaine et se divisent en 3 sous-catégories : la psychologie du sens commun (ou psychologie naïve, ou psychologie populaire, "folk psychology" en anglais), la biologie du sens commun et la physique du sens commun. La psychologie du sens commun fait référence à l'acquisition de la prise de conscience de soi en tant qu'être social et à la conscience (et à la catégorisation) de ses relations avec d'autres personnes. Cela désigne également l'acquisition de connaissances telles que le langage, la théorie de l'esprit, les expressions faciales, les comportements non verbaux, etc. La biologie du sens commun fait référence à l'acquisition automatique des taxonomies du vivant, notamment de la flore et de la faune locales. La physique du sens commun désigne, quant à elle, la capacité automatique d'acquisition de la navigation (déplacement dans l'environnement), la formation de représentations mentales des caractéristiques physiques de l'environnement (ex : cartes mentales, mouvements d'objets) et la construction d'outils. L'acquisition de l'ensemble de ces connaissances primaires est rendue possible par l'évolution du système nerveux central permettant d'être attentif, de traiter et d'orienter la réponse comportementale vers des informations significatives du point de vue de l'évolution (Baron-Cohen, 1997 ; Geary, 1995 ; Leslie et al., 2004).

Les apprentissages secondaires désignent l'acquisition de connaissances importantes dans une culture donnée via l'utilisation de processus cognitifs ayant évolués pour permettre aux individus de faire face à la nouveauté et au changement au cours de leur vie (ex : obtention d'un travail), et qui permettent le transfert intergénérationnel des connaissances culturelles (Geary, 2008). Ces apprentissages vont s'étendre de l'acquisition du langage écrit et des bases en mathématiques, jusqu'à la compréhension des processus biologiques impliqués dans le fonctionnement des neurones ou de la théorie de la relativité générale. Plus coûteux que les apprentissages primaires en termes de capacités attentionnelles, d'efforts à fournir, de motivation et dans la durée d'acquisition, les apprentissages secondaires ont été délégués dans nos sociétés actuelles à une entité particulière : le système éducatif (Tricot, 2021).

Évolution du système éducatif français et rôle de l'Université

L'évolution de l'école française est marquée par des bouleversements majeurs, notamment avec la Révolution de 1789 et la chute de l'Ancien Régime qui brisent l'emprise de l'Église sur l'éducation et ouvrent la voie à une école laïque et républicaine (Grevet, 2001). Par la suite, le marquis de Condorcet, en 1792, posera notamment les bases d'un système scolaire fondé sur l'égalité des chances et la laïcité, tandis que Napoléon initiera l'enseignement secondaire avec la création des lycées (Grevet, 2001). C'est ensuite au XXe siècle qu'une transformation radicale du système éducatif va s'opérer pour devenir celui que nous connaissons. La loi Haby du 11 juillet 1975 notamment, poursuit le processus de généralisation de l'enseignement, initié par les lois votées sous Jules Ferry en 1882, instaurant la gratuité des études au collège ainsi que la mise en place du collège unique et mettant fin à une éducation à "deux vitesses" (collège d'enseignement général et collège d'enseignement spécifique). Enfin, les réformes de Lionel Jospin en 1989 (formulées pour la première fois par J.-P. Chevènement, en 1985) visent à rendre l'école plus inclusive, avec l'ambition que 80 % des jeunes d'une même génération obtiennent le baccalauréat. Alors qu'en 1997, 61,8% d'une génération obtient son baccalauréat, cette proportion atteint désormais près de 80% en 2022 (dont environ 44% pour le baccalauréat général, 16% pour le baccalauréat technologique et 21% pour le baccalauréat professionnel). En quelques décennies, le nombre d'admissions a également augmenté, passant d'environ 73% en 1990 à 91,4% en 2024 (Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et des Solidarités, 2024).

Au final, c'est aujourd'hui environ 50% des étudiants d'une même génération qui s'orientent vers l'enseignement supérieur.

Récemment, le président de France Université a rappelé que "l'objectif ultime de l'Université française est d'intégrer celles et ceux qui veulent y entrer et faire en sorte qu'ils y réussissent" (Journal l'Étudiant, 2023).

Cette réussite se caractérise tout d'abord par une acquisition des apprentissages complexes qui y sont transmis. Cette connaissance doit permettre aux étudiants de valider les différentes unités d'enseignement de leur cursus, afin, in fine, d'obtenir leur diplôme de Licence, voire de Master (York et al., 2015). L'obtention d'un diplôme universitaire est un enjeu important, augmentant les chances de l'étudiant diplômé d'obtenir un emploi, ainsi que celles d'avoir un salaire supérieur, par comparaison à une personne n'ayant pas de diplôme universitaire (INSEE, 2022).

Cependant, à peine plus d'un quart des étudiants inscrits en Licence obtiennent leur diplôme à l'issue des trois années de formation (Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et des Solidarités, 2023b ; van Rooij et al., 2018).

De plus, certainement accentué par la crise sanitaire majeure de la pandémie de Covid-19, un constat national d'une proportion importante d'étudiantes et d'étudiants en grande difficulté est dressé, avec des répercussions notables sur la santé mentale. Par exemple, dans les études i-Share et CONFINS portant sur la santé mentale des étudiants universitaires, plus de 41% des étudiants rapportent une dépression modérée à sévère et près d'un sur trois déclare avoir des idées suicidaires, ces facteurs étant accrus par la transition entre le Lycée et l'Université, l'augmentation de la charge de travail, du stress psychosocial, de la pression académique et de la solitude (Arsandaux et al., 2021 ; Macalli et al., 2022). Comme nous le verrons dans le chapitre consacré (Chapitre 4), l'Université fait également face à un enjeu majeur d'inclusion des personnes en situation de handicap (Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et des Solidarités, 2023a), qui bien qu'en évolution, reste très en deçà de ce qui peut être proposé à l'étranger (ex : Canada, États-Unis, Royaume-Uni)

Face à ces constats, faciliter l'inclusion et la réussite à l'Université rend nécessaire une meilleure compréhension des déterminants de cette réussite ainsi que des outils et méthodes pouvant y contribuer. Dans un premier temps, nous allons définir avec plus de précision cette notion de réussite académique.

L'apprentissage n'est pas tout : modélisation de la réussite académique

Aujourd'hui l'acquisition des apprentissages secondaires est donc dépendante d'un système éducatif impliquant de nombreux acteurs (structures, enseignants, camarades, etc.) et règles (ex : heure d'arrivée et de départ, fonctionnement d'une salle de classe, etc.).

Bien que l'apprentissage au sens d'acquisition de connaissances reste un enjeu central du système éducatif, il n'est plus la seule mesure d'un enseignement de qualité, mais un élément parmi d'autres formant la "réussite académique".

De nombreux auteurs ont ainsi cherché à modéliser les différents critères pouvant permettre d'évaluer la réussite (ou le succès) académique.

L'un des modèles les plus utilisés dans la littérature est celui de Benjamin S. Bloom avec sa "Taxonomie des objectifs éducatifs" (1956), dont le but était de catégoriser les objectifs éducatifs des enseignants. Dans différents livres, Benjamin Bloom présente trois grands

domaines d'objectifs éducatifs : le domaine cognitif, le domaine affectif et le domaine psychomoteur, dont le premier sera par la suite révisé par ses anciens élèves, Lorin Anderson (Anderson, 1999 ; Pohl, 1999). Le premier domaine (le domaine cognitif) concerne le rappel ou la reconnaissance de connaissances et le développement d'aptitudes et de compétences intellectuelles. Six différents sous-domaines sont distingués, reflétant la capacité d'un apprenant à manipuler cette connaissance : 1) le rappel de connaissances retenues ; 2) la compréhension de cette connaissance permettant son réemploi ou sa reformulation ; 3) l'application de cette connaissance dans un autre contexte ; 4) la décomposition de la connaissance en plusieurs parties afin d'en comprendre les relations ou les causes ; 5) le jugement sur cette connaissance, sur la base de critères ou de normes définis ; 6) la création consistant à intégrer cette connaissance à d'autres connaissances.

Le domaine affectif désigne le traitement de l'apprentissage ressenti durant le cours, tels que les sentiments, les valeurs perçues, l'appréciation, l'enthousiasme, ou le type de motivations (Krathwohl et al., 1964). Six différents sous-domaines sont également distingués, reflétant l'investissement de l'apprenant dans l'apprentissage : 1) la simple réception passive ; 2) la réponse au processus d'apprentissage par la participation ; 3) le fait de trouver une certaine valeur à l'apprentissage ; 4) la capacité à organiser différentes valeurs, informations et idées et à créer son propre système de valeurs ; 5) le fait de posséder un système de valeurs qui contrôle son comportement.

Le troisième et dernier domaine désigne le domaine psychomoteur comprenant l'acquisition de mouvements physiques et de coordination. Pour Bloom (1956), ce domaine est le moins pertinent dans le cadre d'apprentissages de niveaux lycée et universitaire (même si certaines manipulations, notamment en physique ou en biologie pourraient être considérées).

Dans les travaux de recherches actuels s'intéressant à l'évaluation des marqueurs de la réussite académique, ou à l'évaluation de certaines pratiques comme l'apprentissage à distance ou la gamification de l'apprentissage, un grand nombre d'auteurs utilisent toujours la taxonomie de Bloom comme cadre conceptuel (Huang et al., 2020 ; Krath et al., 2021 ; Landers, 2014 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017 ; Wei et al., 2021).

Cependant, les différents facteurs inclus dans chacune de ces catégories se sont diversifiés (voir Figure 1.1)¹.

¹ L'ensemble des marqueurs cités ci-dessous seront expliqués tout au long de ce chapitre.

Concernant le domaine cognitif, régulièrement nommé "résultats cognitifs" ("cognitive outcomes" en anglais), ou "marqueurs de la réussite académique", différents facteurs sont utilisés, tels que la performance académique (moyennes générales, QCM, obtention du diplôme, etc.) (Huang et al., 2020 ; Krath et al., 2021 ; Wei et al., 2021), l'acquisition de connaissances (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017 ; Wei et al., 2021), les capacités de raisonnement, de prise de décision et de résolution de problèmes (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017 ; Wei et al., 2021), le développement de l'esprit critique (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), etc.

Concernant le domaine affectif, régulièrement nommé "résultats affectifs" ("affective outcomes" en anglais, mais également "motivational outcomes" ou "emotional outcomes"), ou "marqueurs de la réussite académique", les facteurs suivants sont utilisés : la motivation et la charge cognitive (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), les émotions (Krath et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), la satisfaction (Huang et al., 2020 ; Krath et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), l'attitude envers le cours et la perception de ses bénéfices (Krath et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017 ; Wei et al., 2021), l'état de flow (Krath et al., 2021), l'auto-efficacité (Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), etc.

Enfin, le domaine psychomoteur est celui dont les travaux actuels ont le plus réinterprété sa définition première. Renommé "résultats comportementaux" ("behavioral outcomes" en anglais), ou "marqueurs comportementaux de la réussite académique", il fait maintenant référence aux facteurs mesurant l'implication de l'étudiant dans le processus d'apprentissage, tels que : l'engagement (Krath et al., 2021), la participation en classe (ou interactions étudiant-enseignant) (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), les interactions avec l'enseignant en ligne (Wei et al., 2021), le nombre d'activités réalisées (ex : visionnage de vidéos ou nombre de quiz réalisés) (Wei et al., 2021), la collaboration avec les autres étudiants (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), le nombre de cours suivis (Wei et al., 2021), le temps passé à réaliser une tâche (Huang et al., 2020 ; Ritzhaupt et al., 2021), etc.

Compte tenu de son utilisation prédominante, notamment dans des thématiques clés de cette thèse, c'est ce modèle que nous évoquerons tout au long de ce travail.

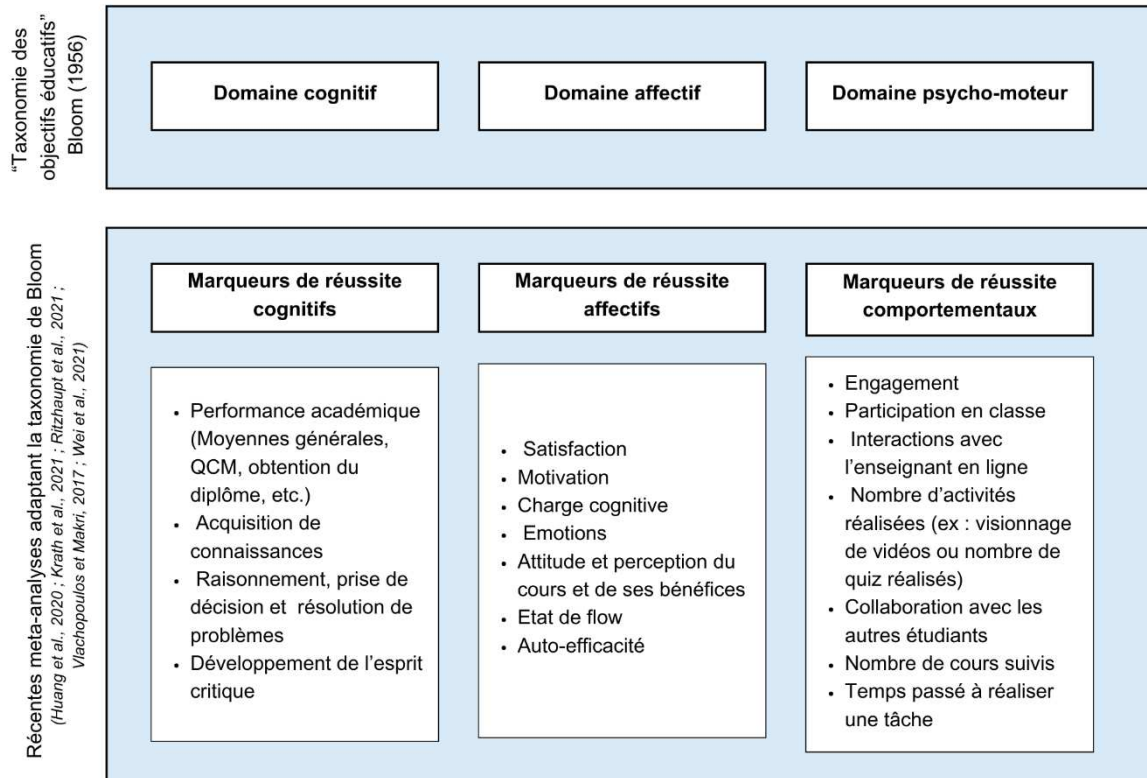


Figure 1.1 : Marqueurs de la réussite académique issus de la taxonomie de Bloom (1956) et des adaptations récentes.

D'autres modèles visant à définir les différents marqueurs composant la réussite académique à l'Université ont été élaborés.

Un des modèles les plus cités dans la littérature est celui de York et al. (2015). Les auteurs ont mené une revue de littérature (n = 31) visant à définir le succès académique et à référencer les différents facteurs utilisés dans la littérature pour le définir. Un total de 6 thèmes constituant le succès académique a émergé de cette revue.

Le premier thème, le plus présent dans la littérature, est constitué des différentes notes et de la moyenne générale obtenues par l'étudiant. La moyenne générale est la mesure la plus utilisée pour évaluer le succès académique, présente dans plus de la moitié des articles inclus dans la revue (54% précisément). Un second thème identifié, proche du premier, est l'acquisition de capacités et de compétences académiques. Ce thème contient les différentes capacités académiques transversales qu'un étudiant peut avoir développées dans son cursus (ex : capacités de rédaction, aptitudes de résolution de problèmes, etc.), comportant notamment l'esprit critique (ex : capacités d'argumentation, de déduction, d'interprétation, etc.) et les

capacités émotionnelles (ex : capacités d'évaluer et d'exprimer correctement les émotions, capacités d'évaluer les émotions chez les autres, capacités de réguler efficacement les émotions et capacités d'utiliser les sentiments pour guider le comportement) (Parker et al., 2004). Le troisième thème identifié, très proche du second, est celui de l'atteinte des objectifs académiques. Ce dernier se compose de deux sous-thèmes : l'un est la capacité à s'engager dans l'apprentissage (ex : collaboration avec les étudiants, questionner les enseignants, etc.) ; l'autre constitue l'atteinte d'objectifs institutionnels. Il est nécessaire de noter que la frontière entre ce troisième thème et les capacités académiques développées (thème 2) est assez floue.

Le quatrième thème identifié est la satisfaction, divisée en deux sous-thèmes, l'expérience générale de l'Université (ex : suffisamment de ressources et de soutien déployés par les institutions, les interactions avec les acteurs de l'Université - étudiants, enseignants -, etc.) et l'expérience des cours en tant que telle (ex : qualité de l'enseignement, objectifs clairs, évaluations appropriées, charge de travail appropriée, etc.).

Le cinquième thème est la persévérance de l'étudiant, mesurée par l'abandon ou non des cours et l'obtention du diplôme. L'abandon du cursus universitaire chez les étudiants est un enjeu pédagogique majeur, présent dans environ 20% des travaux de recherches inclus.

Enfin, le 6ème et dernier thème renvoie quant à lui au succès de la carrière d'un étudiant à la suite de ses études, distinguant le succès intrinsèque et extrinsèque (Ng et al., 2005). Le succès extrinsèque professionnel comprend des éléments tels que les taux de réussite professionnelle (ex : évaluations annuelles des performances fournies par les supérieurs hiérarchiques) (Colarelli, 1991) et les promotions obtenues. Le succès intrinsèque professionnel désigne la satisfaction professionnelle ou l'atteinte d'objectifs professionnels (ex : occasion de développer son potentiel, de réaliser ses ambitions, d'élargir ses options de carrière, d'accroître sa satisfaction personnelle, etc.) (Fralick, 1993).

Dans leur modèle, York et al. (2015), se basant sur le modèle de Astin (1991), vont également inclure les facteurs pouvant influencer le succès académique : les entrants ("inputs" en anglais) et l'environnement. Les entrants désignent les caractéristiques démographiques, les antécédents familiaux et les expériences académiques et sociales que les étudiants ont pu expérimenter avant leur arrivée à l'Université. L'environnement désigne les personnes, programmes, politiques, cultures et expériences rencontrées par l'étudiant à l'Université, que ce soit sur le campus ou à l'extérieur, facteurs également influencés par les entrants.

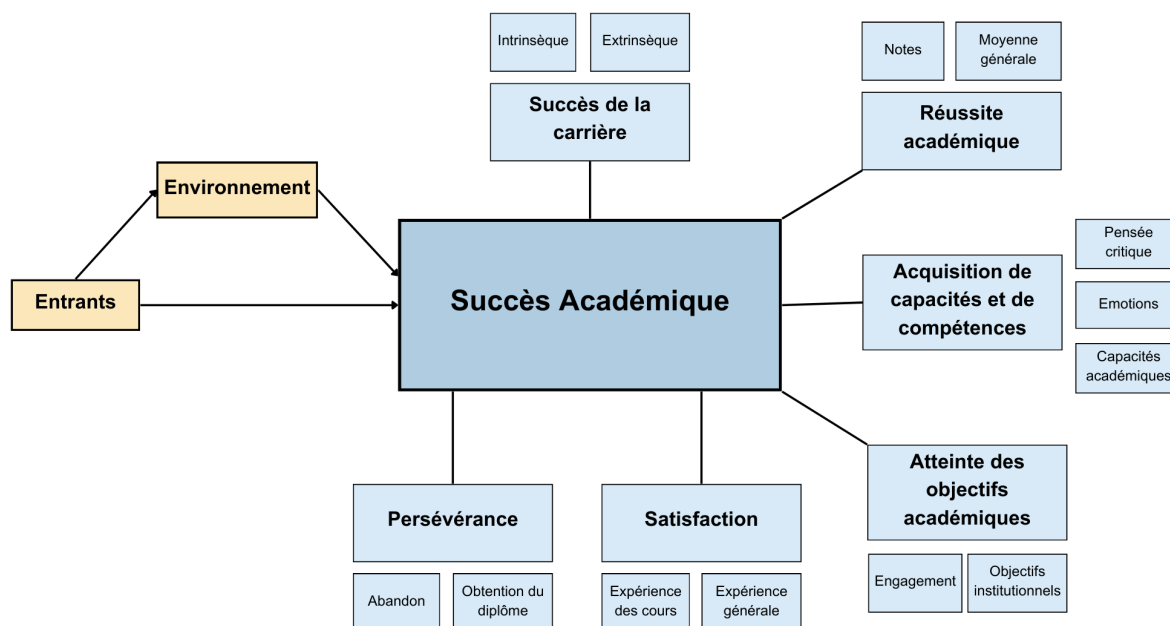


Figure 1.2 : Adaptation de York et al., (2015), issue du modèle de Astin (1991) ("Inputs-Environments-Outcomes (I- E-O) Model").

D'autres modélisations du succès académique ont été proposées et peuvent être citées. Trapmann et al. (2007) identifient le succès académique dans leur méta-analyse comme étant composé des notes obtenues, de la poursuite des études et de la satisfaction. van Rooij et al. (2018) le définissent comme la moyenne générale universitaire, les crédits d'U.E. obtenus et le fait de poursuivre ses études.

Tout comme pour York et al. (2015), ces deux modèles incluent également des facteurs individuels pouvant impacter ce succès académique : 1) la motivation intrinsèque, l'auto-efficacité, l'auto-régulation, la satisfaction avec les cours suivis, la moyenne générale au lycée, et la capacité d'ajustement académique pour van Rooij et al. (2018) ; 2) les facteurs cognitifs (ex : intelligence), la personnalité (ex : Big-5) et les méthodes d'admissions (ex : lettres de recommandation) pour Trapmann et al. (2007).

Nous reviendrons sur le rôle de ces facteurs individuels dans une prochaine partie de ce chapitre. Avant cela, nous allons tâcher de définir avec plus de précisions les différents marqueurs

définissant la réussite académique qui, comme nous allons le voir, reposent parfois eux-mêmes sur des modélisations complexes.

Focus sur les marqueurs de la réussite académique

Cette partie a pour objectifs de détailler les différentes définitions et modèles des marqueurs de la réussite inclus dans les récents travaux de recherche se basant sur la taxonomie de Bloom (1956). Les différents marqueurs de la réussite académique constituant un champ de recherche très large, nous nous focaliserons ici sur les marqueurs les plus saillants identifiés dans la littérature.

Les marqueurs cognitifs de la réussite académique

Moyenne générale et performance académique

Concernant les marqueurs cognitifs de la réussite académique, le marqueur le plus utilisé dans la littérature est la moyenne générale, généralement intitulée "Grade Point Average" (GPA) en anglais, correspondant à la moyenne des notes obtenues à chaque unité d'enseignement (U.E.), pondérée par le coefficient de chaque U.E., et contribuant à l'évaluation finale d'une année d'étude ou d'un cursus (Richardson et al., 2012). Au-delà même d'être le premier marqueur cognitif de la réussite académique, il est même le marqueur académique le plus utilisé dans les travaux de recherches s'intéressant au succès académique des étudiants universitaires (Richardson et al., 2012 ; York et al., 2015). C'est d'ailleurs souvent la GPA qui est utilisée pour définir le terme de "performance académique", très régulièrement utilisé dans la littérature. Dans leur revue de la littérature, Imose et Barber (2015) énumèrent différents points concernant ce facteur : 1) la GPA est utilisée comme mesure de recrutement par les entreprises², mais aussi comme indicateur prévisionnel de performance dans le travail et de fixation du salaire à l'embauche³ (Albrecht et al., 1994 ; Imose et Barber, 2015) ; 2) il existe un lien positif entre la GPA et les capacités cognitives générales⁴ ; 3) De nombreux facteurs individuels, notamment

² Albrecht et al. (1994) ont estimé qu'environ 80% des entreprises utilisent un score de GPA minimal pour recruter.

³ Différents travaux montrent une corrélation entre GPA et performance au travail, mais de nombreux facteurs viennent modérer cet effet (ex : domaine, hiérarchie, etc.) (Hunter et Hunter, 1984).

⁴ Ce point est développé dans la partie consacrée à l'intelligence et aux capacités cognitives.

psychologiques (ex : personnalité, motivation, auto-efficacité, etc.) et sociodémographiques (ex : genre) influencent la GPA⁵.

Ce marqueur a néanmoins des limites. Certains auteurs soulignent, par exemple, des difficultés de calculs et de définitions dans certains systèmes, notamment américains, induits par des changements de notations alphabétiques (ex : A, B, C, etc.) en notations numériques (ex : B qui devient un 3 dans une notation sur 4) (Soh, 2010). D'autres travaux débattent d'une inflation artificielle des notes dans les dernières années (Carter et Lara, 2016), ou encore des disparités de notations d'une Université à une autre (Didier et al., 2006).

Acquisition de connaissances

Un autre type d'évaluation des marqueurs cognitifs de la réussite académique est l'acquisition de connaissances en tant que telle ("knowledge acquisition" en anglais, parfois également définit indifféremment par "knowledge retention" ou "learning") (Kuhn et al., 1995).

À la différence de la GPA, composée des performances d'un étudiant aux différents examens, l'acquisition de connaissances est souvent évaluée en comparant les connaissances d'un étudiant avant le cours, ou le début de l'U.E., à un score de connaissances obtenu à la fin dudit cours ou de ladite U.E. (Yang et al., 2021). Cette acquisition de connaissances peut être évaluée à plus ou moins long terme : fin du cours, une semaine après le cours, un mois après, fin du semestre, etc. (Yang et al., 2021).

Plusieurs auteurs ont distingué les différents types de connaissances pouvant être acquises.

Basé sur le modèle de Geary (2008) distinguant deux types d'apprentissage différents, les apprentissages primaires (que nous avons acquis au cours de l'évolution) et les apprentissages secondaires (qui sont devenus culturellement importants mais pour lesquels nous n'avons pas spécifiquement évolué pour les acquérir), certains auteurs distinguent deux types d'acquisitions de connaissances : les connaissances spécifiques à un domaine ("domain-specific knowledge" en anglais) et les connaissances générales ("domain-general knowledge" en anglais) (Tricot et Sweller, 2014). Les connaissances spécifiques à un domaine désignent "des informations mémorisées qui peuvent conduire à une action permettant l'accomplissement d'une tâche spécifique sur des périodes de temps indéfinies" (Tricot et Sweller, 2014, p. 266). Prenons pour exemple une personne qui réutilise le théorème de Pythagore pour résoudre un problème. La personne reconnaît que le problème exige l'application de ce théorème, tout en ajustant son

⁵ Les effets des autres facteurs individuels sur la GPA sont également développés dans les parties consacrées.

utilisation en fonction des particularités (ex : différentes longueurs des côtés du triangle) de cette nouvelle situation. Les connaissances générales, quant à elles, peuvent être utilisées "pour résoudre n'importe quel problème dans n'importe quel domaine" (Tricot et Sweller, 2014, p. 266). Par exemple, l'acquisition de l'aptitude à résumer l'information peut être appliquée à différents types de contenus (ex : livre, article de recherche, notice, etc.).

Yang et al. (2021) distinguent, dans leur méta-analyse, trois types de connaissances (et d'apprentissage de ces connaissances) : la connaissance de faits, la connaissance de concepts et la résolution de problèmes.

L'apprentissage des faits consiste principalement à demander à des étudiants de se souvenir de faits spécifiques, tels que des mots étrangers, des événements historiques, etc.

L'apprentissage de concepts désigne les exercices dans lesquels les étudiants doivent comprendre des informations en intégrant différents éléments d'information et faire des déductions incertaines qui vont au-delà de l'expérience directe de ces informations, comme par exemple l'apprentissage de différents concepts mathématiques ou de langues nécessitant de maîtriser différentes règles de syntaxe.

Enfin, la résolution de problèmes désigne l'application de connaissances acquises pour résoudre de nouveaux problèmes dans de nouveaux contextes.

Mesures académiques des compétences générales, des capacités de résolutions de problèmes, et de l'esprit critique

La moyenne générale ainsi que l'acquisition de connaissances sont parmi les deux concepts les plus utilisés dans la littérature pour faire référence aux marqueurs cognitifs de la réussite. Mais d'autres marqueurs existent également, notamment sous la forme de tests de compétences imposés par les Universités. Différentes échelles standardisées sont utilisées pour évaluer les compétences générales, les aptitudes de résolution de problèmes ou encore les capacités d'esprit critique des étudiants à l'Université (Richardson et al., 2012).

Certaines échelles sont utilisées pour la sélection des étudiants, notamment aux États-Unis, comme le "American College Testing" (ACT) ou le "Scholastic Aptitude Test" (SAT), évaluant les aptitudes en mathématiques, en rédaction, en lecture et en sciences. Ces tests sont corrélés avec la GPA ($r = 0.40$ pour l'ACT et $r = 0.29$ pour le SAT) (Richardson et al., 2012).

D'autres échelles sont utilisées par les Universités pour évaluer certaines compétences de leurs étudiants et déterminer comment l'établissement, dans son ensemble, contribue au développement de l'étudiant.

Par exemple, le "Collegiate Learning Assessment" (Council for Aid to Education, 2000) évalue la pensée critique, le raisonnement analytique, la communication écrite et la résolution de problèmes. Le "Graduate Record Examination" (Educational Testing Service, 2024) mesure le raisonnement verbal, le raisonnement quantitatif, la pensée critique et les compétences en matière de rédaction analytique. Le "Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal" (WGCTA) (Gadzella et al., 2006) est également un outil d'évaluation conçu pour mesurer les capacités de réflexion critique d'un individu. Il se compose de 80 passages écrits prenant la forme de problèmes, de déclarations, d'argumentations et d'interprétations. Le "California Critical Thinking Skills Test" (Facione, 1990) évalue également l'esprit critique à l'aide de tests d'analyse, d'inférence, d'évaluation, de déduction, d'induction, d'interprétation et d'explication.

Ces différentes échelles peuvent être également utilisées pour comparer les évolutions avant-après de la mise en place de cours visant à former à la résolution de problèmes et à l'esprit critique (Kong et al., 2014).

Ross et al. (2013) ont montré dans leur revue systématique sur des travaux d'étudiants dans le domaine de la santé ($n = 41$, $k = 6\ 631$) que ces différentes échelles ("California Critical Thinking Skills Test" et "Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal") étaient corrélées à la performance académique (GPA, notes, obtention de diplômes) ($r = 0.31$ [0.26 ; 0.35]). Ces échelles peuvent également permettre d'évaluer les effets de la mise en place de certaines pratiques pédagogiques (ex : cartes conceptuelles) (Yue et al., 2017).

Comme nous venons de le voir, il existe de nombreux marqueurs cognitifs de la réussite, dont les plus caractéristiques sont la performance académique (GPA, notes, obtention de diplômes) et l'acquisition de connaissances. Mais la réussite académique peut également être appréhendée à l'aide de marqueurs rendant compte de la perception et du ressenti des étudiants vis-à-vis des cours universitaires.

Les marqueurs affectifs de la réussite académique

Satisfaction

De nombreuses définitions de la satisfaction académique existent. Nous en donnerons trois : 1) la perception de la capacité à réussir et des sentiments ressentis vis-à-vis des résultats obtenus (Johnson et al., 2000) ; 2) la propension d'un étudiant à évaluer subjectivement les divers résultats et expériences associés à l'éducation (Oliver, 1989) ; 3) l'attitude à court terme qui résulte de l'évaluation par l'étudiant de ses expériences académiques et de la qualité de l'enseignement reçu (Ojiambo Onditi et Wafula Wechul, 2017).

De ces trois définitions ressortent les notions de "subjectivité" ou de "perception", qui font référence au caractère personnel de la satisfaction, ainsi que les notions de "résultats des expériences" et "évaluation [...] de ses expériences", qui font référence à l'appréciation a posteriori des moments académiques vécus par les étudiants. Une définition simplifiée de la satisfaction pourrait alors être "la perception par l'étudiant de son expérience universitaire".

Basées sur ces définitions, de nombreuses échelles de satisfaction ont été conçues.

D'un point de vue opérationnel, la satisfaction des apprenants est très souvent mesurée à l'aide de "fiches de satisfaction" (ou questionnaires de satisfaction) qui demandent aux apprenants d'indiquer dans quelle mesure ils ont été satisfaits de leur expérience d'apprentissage dans son ensemble. Les fiches les plus simples (unidimensionnelles) prenant la forme suivante "À quel point êtes-vous satisfait du/des cours que vous suivez à l'Université ?" (Johnson et al., 2000).

De nombreux auteurs ont proposé des échelles plus complexes, évaluant différentes modalités de l'expérience académique. Dans leur revue de la littérature visant à évaluer les propriétés psychométriques des échelles de mesure de la satisfaction académique des étudiants, Rahmatpour et al. (2019) ont identifié 13 échelles utilisées dans différentes Universités à travers le monde (États-Unis : n = 7, Iran : n = 1, Canada : n = 1, Brésil : n = 1, Chine : n = 1, Inde : n = 1 et Pakistan : n = 1). Ces échelles sont généralement divisées en plusieurs modalités (entre 3 et 11), comportant différents items mesurés via des échelles de Likert allant de 3 à 7 points.

En général, ces modalités peuvent être classées en trois grands thèmes : la satisfaction vis-à-vis des cours suivis, la satisfaction vis-à-vis de la structure de l'Université (installation et organisation) et la satisfaction relationnelle.

Le premier thème, relatif à l'appréciation des cours suivis, représente la plus grande proportion de la variance totale de la satisfaction des étudiants dans certaines études (Chen et al., 2012 ; Hirsch et al., 2016 ; Zhai, 2012). Deux exemples d'items représentatifs de cette dimension sont

: "Dans l'ensemble, je suis satisfait du contenu de la plupart de mes cours." et "Je pense que mes cours me préparent à un futur emploi." (Zhai, 2012).

Le second thème, portant sur la structure de l'Université, est un enjeu important de la satisfaction des étudiants vis-à-vis des locaux (Chadha et al., 2017), des ressources fournies (Chadha et al., 2017 ; Dennison et El-Masri, 2012), de la qualité de l'administration (Hussain et Bhamani, 2012), de l'ambiance sur le campus (Hussain et Bhamani, 2012 ; Zhai, 2012), des frais/coûts (Chadha et al., 2017 ; Zhai, 2012), etc. Deux exemples d'items représentatifs de cette dimension sont : "Les salles informatiques et les salles de laboratoires sont bien équipées, disposent d'un personnel suffisant et sont facilement accessibles." (Dennison et El-Masri, 2012) et "Dans l'ensemble, je suis satisfait des services d'aide financière." (Zhai, 2012).

Enfin, le thème de la satisfaction relationnelle comporte des éléments tels que les relations entre les étudiants, le soutien de l'administration/du personnel (Chadha et al., 2017) et les interactions sociales et professionnelles, notamment avec les enseignants (Dennison et El-Masri, 2012 ; Hirsch et al., 2016). Deux exemples d'items représentatifs de cette dimension sont : "Les membres du secrétariat sont attentionnés et aidants." (Dennison et El-Masri, 2012) et "Je me sens à l'aise pour poser des questions aux professeurs." (Hirsch et al., 2016).

Ainsi, la satisfaction d'un étudiant à l'égard de son environnement académique, et notamment des cours suivis, peut être évaluée.

Ces échelles comportent tout de même certaines limites. Tout d'abord, en utilisant le "COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement INstruments" (COSMIN), un outil standardisé pour l'évaluation de la qualité des études et des propriétés psychométriques de leurs échelles, Rahmatpour et al. (2019) ont trouvé certaines lacunes psychométriques. Par exemple, au niveau de la fiabilité⁶, 11 des 13 études incluses obtenaient des scores "faibles" sur l'échelle COSMIN, ou encore au niveau de la validité interculturelle⁷, seule 1 étude avait pris ce paramètre en considération.

⁶ Selon l'échelle COSMIN, la fiabilité se définit par des scores aux différentes échelles n identiques lors de mesures répétées dans plusieurs conditions, par exemple : 1) au fil du temps (test-retest) ; 2) lors de l'évaluation par différentes personnes à un instant t (inter-juges) ; 3) lors de l'évaluation par les mêmes personnes (évaluateurs ou répondants) à différents instants (intra-juges).

⁷ Selon l'échelle COSMIN, la validité interculturelle indique que le score d'une échelle traduite ou culturellement adaptée reflète correctement le score de la version originale de l'échelle. Les critères de qualité sont : la description du processus de traduction, la traduction des éléments dans les deux sens et de manière indépendante, la taille adéquate de l'échantillon, le test préalable de l'échelle et la réalisation d'une analyse factorielle confirmatoire.

Une autre limite de ces différentes échelles est qu'elles reposent sur une seule émotion, la satisfaction ou non envers tel ou tel élément de la vie académique. D'autres chercheurs ont tenté d'avoir une vision plus précise des différentes émotions ressenties vis-à-vis de ces éléments, et notamment de la perception des cours.

Emotions

Les émotions sont définies, dans la recherche contemporaine, comme des processus à composantes multiples comprenant des éléments affectifs, cognitifs, physiologiques et comportementaux spécifiques (Scherer, 2000) (par exemple, pour l'anxiété : sentiments de nervosité, inquiétudes, activation accrue, expression faciale anxieuse). La littérature évoque également le concept d'humeur dont l'intensité est plus faible (en comparaison avec les émotions) et qui n'a pas de référent spécifique et n'est pas déclenchée par un événement ou un objet précis (Pekrun, 2006 ; Rosenberg, 1998).

A l'Université, les étudiants ressentent une grande variété d'émotions lorsqu'ils assistent aux cours, font leurs devoirs, passent des tests et des examens, etc. Par exemple, dans le cadre d'une recherche exploratoire sur les émotions ressenties par les étudiants universitaires, Pekrun et al., (2002) ont trouvé que les émotions fréquemment rapportées sont le plaisir, l'intérêt, l'espoir, la fierté, la colère, l'anxiété, la frustration et l'ennui dans le cadre de leur cursus. Pourtant, alors que jusqu'au début des années 2010 peu de travaux s'étaient intéressés aux rôles de ces différentes émotions sur la réussite et notamment sur la performance académique (notes obtenues), l'identification de ces différentes émotions par Pekrun et ses collaborateurs va entraîner une croissance exponentielle (ex : plus de 60 travaux pour l'ennui en 2019) des travaux académiques sur le sujet (Camacho-Morles et al., 2021) (voir Figure 1.3).

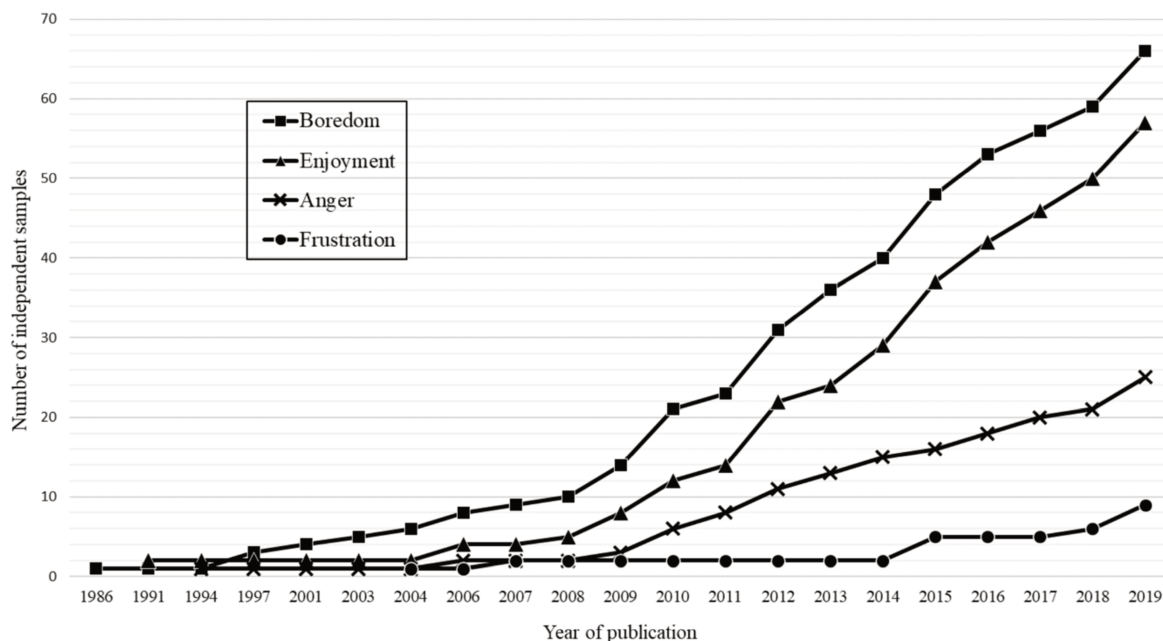


Figure 1.3 : Evolution du nombre d'échantillons d'étudiants étudiés par les travaux de recherches s'intéressant au lien entre performance académique (notes) et l'ennui, le plaisir, la colère et la frustration. Issu de Camacho-Morles et al. (2021).

Ainsi, en comparaison avec l'unicité de la satisfaction, pour évaluer le ressenti des étudiants à l'égard des différents éléments de la vie académique, il peut sembler plus pertinent de mesurer les émotions qu'ils ressentent. Pekrun (2006) définit alors les "émotions liées à la réussite" comme des émotions relatives à des activités ou à des résultats liés à une compétence (ici, l'activité étant les cours suivis et la compétence l'apprentissage qui en découle). Cette forme d'émotions se distinguant ainsi de l'humeur par la présence d'un référent spécifique (l'humeur n'étant pas généralement associée à une situation spécifique).

Ces émotions liées à la réussite se caractérisent par trois dimensions.

La première est la valence des émotions, c'est-à-dire le fait qu'elles soient positives (ex : plaisir, espoir, fierté) ou négatives (ex : colère, anxiété, honte, désespoir et ennui). Une autre dimension correspond à l'éveil physiologique ("arousal" en anglais), qui peut être activant ou désactivant (ex : le plaisir entraîne l'entrain de l'étudiant là où l'ennui entraîne une baisse d'énergie pour suivre le cours). Et enfin, la dernière dimension correspond à l'objet vers lequel s'oriente l'émotion. Elle peut être liée à l'activité (ex : un étudiant qui s'ennuie pendant une session de cours) ou lié au résultat (ex : un étudiant qui espère comprendre le cours de la prochaine session - prospective - ou qui est heureux d'avoir compris le cours une fois celui-ci terminé -

rétrospective -) (Camacho-Morles et al., 2021). Si le cadre actuel comprend désormais 19 émotions (variantes prospective/rétrospective comprises ; voir Tableau 1.1), 8 d'entre elles ont été principalement étudiées depuis les premières versions et feront l'objet d'un intérêt plus spécifique dans le cadre de cette thèse. Nous allons donc les détailler.

Le plaisir, la colère et l'ennui sont considérés comme des émotions liées à l'activité. Le plaisir fait référence à un étudiant qui apprécie d'être en cours, qui aime comprendre le contenu du cours, qui aime participer en classe, etc. (Pekrun et al., 2005). La colère désigne un étudiant qui se sent frustré de ne pas comprendre le cours, qui est agacé d'avoir tant de connaissances à apprendre, qui trouve qu'il perd son temps en cours, etc. (Pekrun et al., 2005). Enfin, l'ennui est utilisé pour décrire un étudiant qui s'ennuie en cours au point d'avoir du mal à suivre, de risquer de s'endormir, de penser à autre chose pendant le cours, etc. (Pekrun et al., 2005).

Focus sur...	Positif (Activant)	Positif (Désactivant)	Négatif (Activant)	Négatif (Désactivant)
Activité	Plaisir	Relaxation	Colère, Frustration	Ennui
Résultat/Prospective	Espoir, Joie anticipée	Soulagement anticipé	Anxiété	Désespoir
Résultat/Rétrospective	Joie, Fierté, Gratitude	Contentement, Soulagement	Honte, Colère	Tristesse, Déception

Tableau 1.1 : Taxonomie tridimensionnelle (positif/négatif, activant/désactivant, focus sur activité et résultats) des émotions liées à la réussite (Pekrun *et al.* 2012).

Le désespoir, l'espoir, l'anxiété, la fierté et la honte sont considérés comme des émotions liées aux résultats. Le désespoir est une émotion qui désigne un étudiant qui ne pense pas pouvoir comprendre le contenu du cours, qui pense qu'il va avoir de mauvaises notes, etc. (Pekrun et al., 2005). L'espoir est une émotion utilisée pour faire référence à un étudiant ayant une grande confiance en sa capacité à comprendre le cours, à obtenir une bonne note, etc. et l'anxiété pour désigner un étudiant qui a, par exemple, peur d'aller en cours ou d'échouer aux examens (Pekrun et al., 2005 ; Pekrun et Stephens, 2010). Enfin, les émotions telles que la fierté et la honte sont considérées comme induites par le succès ou l'échec causé par soi-même (Pekrun et Stephens, 2010). Ainsi, un étudiant avec un score de fierté élevé sera un étudiant qui se sent fier de pouvoir suivre le cours, de ce qu'il a appris en classe, de pouvoir raconter à ses amis ce qu'il apprend en classe, etc., alors qu'un étudiant avec un niveau de honte élevé aura honte de ne pas comprendre le cours, de parler en classe, etc. (Pekrun et al., 2005).

Sur la base de ce cadre conceptuel, des études ont examiné le lien entre les émotions liées à la réussite et la réussite académique. Une grande partie d'entre elles ont montré que les émotions positives sont positivement corrélées à de nombreux marqueurs de la réussite tels que la performance académique, l'engagement ou la motivation, tandis que les émotions négatives sont négativement corrélées à ces différents marqueurs (Pekrun et al., 2017).

Récemment, Camacho-Morles et al. (2021) ont réalisé une méta-analyse sur le lien entre certaines émotions et la performance académique (notes). Leurs résultats ont montré un lien positif entre la joie ($\rho = 0.27$ [.23, .30] ; $k = 57$; $N = 31\ 868$) et la performance académique et des liens négatifs concernant la performance académique et la colère ($\rho = -0.35$ [-.40, -.30] ; $k = 25$; $N = 11\ 153$) et la performance académique et l'ennui ($\rho = -0.25$ [-.28, -.21] ; $k = 66$; $N = 28\ 410$). Aucun lien n'a été trouvé concernant la performance académique et la frustration ($\rho = -.02$ [-.11, .07] ; $k = 9$; $N = 141$).

Les effets de certains modérateurs ont également été testés (ex : niveau d'éducation, discipline, pays, type d'échelles, type de notation : notes finales, tests, etc.), apprentissage renforcé/non-renforcé par la technologie (ex : cours par internet, intranets, vidéoconférences et audioconférences, ou enseignement assisté par ordinateur), type d'article (publié, non-publié). La totalité des pays s'intéressant aux émotions sont anglo-saxons (États-Unis, Canada, Australie, Royaume-Uni), à l'exception de l'Allemagne, avec certaines variations de corrélation entre certains pays (ex : la colère est encore plus corrélée négativement avec la performance académique en Allemagne ($\rho = -0.37$) qu'aux États-Unis ($\rho = -0.17$)).

Les articles non publiés avaient tendance à trouver des corrélations entre émotions et performance académique moins importantes, laissant supposer un éventuel biais de publication. Les cours renforcés par la technologie, identifiables à des cours à distance, étaient peu nombreux (<10 voir <5 pour chaque émotion) et très diversifiés, rendant difficile l'interprétation des effets de modérations. Néanmoins, l'ennui était moins corrélé à la performance académique pour les étudiants en condition technologie-renforcé ($\rho = -.22$ vs $\rho = -.15$) et les effets étaient similaires pour les deux autres émotions (colère, plaisir).

Les très nombreux travaux réalisés par Pekrun et ses collaborateurs vont mener à l'élaboration d'un modèle exhaustif de la réussite académique centré sur les émotions (voir Figure 1.4). L'explication de l'ensemble des interactions entre les différents facteurs nécessitant plus d'une vingtaine de pages (Pekrun et Linnenbrink-Garcia, 2012), nous n'en ferons qu'une description non exhaustive. De plus, ce modèle inclut également d'autres marqueurs de la réussite que nous traiterons plus en détail par la suite.

Dans ce modèle, un premier grand bloc central "Emotion" est constitué de 4 sous-modalités : 1) les émotions liées à la réussite, définies ci-dessus ; 2) les émotions épistémiques (émotions pouvant être causées par les compétences cognitives, notamment par un mauvais traitement des informations) ; 3) les émotions liées au sujet (émotions empathiques liées au destin d'un protagoniste lors de la lecture d'un roman ou ressenties lors d'événements politiques abordés dans les cours et pouvant influencer l'engagement et la motivation) ; 4) émotions sociales (reliées aux émotions envers d'autres acteurs de l'apprentissage, professeurs, étudiants, etc., pouvant influencer les interactions étudiants-étudiants et étudiants-enseignants). Selon les auteurs, la capacité de perception et de gestion de ces différentes émotions est liée au tempérament découlant de la génétique de l'apprenant.

Ces émotions sont influencées par deux modalités : l'environnement d'apprentissage et l'évaluation de ses possibilités de réussite ("appraisal" en anglais), la première ayant des effets sur la seconde.

L'environnement d'apprentissage est composé de 4 sous-modalités : 1) la qualité cognitive (qualité du contenu et des tâches à réaliser dans le cours dépendant de sa structure, de sa clarté et de son potentiel de stimulation cognitive) ; 2) la qualité motivationnelle (capacité du cours à motiver l'étudiant) ; 3) le soutien à l'autonomie (niveau d'autonomie demandé par le cours) ; 4) les objectifs et attentes sociales (cours demandant de la compétitivité, de la coopération, un certain niveau de maîtrise, etc.).

L'environnement a des effets sur la façon dont l'étudiant évalue les exigences du cours, les objectifs à atteindre, ses compétences personnelles, la probabilité de réussite ou d'échec et la valeur de ces résultats à ses yeux. Cette évaluation a alors un effet direct sur les émotions ressenties.

En fonction des différentes émotions ressenties durant l'apprentissage, les étudiants vont avoir un certain niveau d'engagement (cognitif, comportemental, motivationnel, cognitivo-comportemental et socio-comportemental⁸), donnant lieu à un certain niveau de performance académique (ex : GPA, notes, etc.), dépendant également des compétences et de l'intelligence de l'étudiant, ainsi que ses capacités de régulation de ses compétences⁹. L'engagement de l'étudiant est donc à la fois le résultat des effets des émotions, et également une variable médiatrice jouant un rôle dans le lien entre les émotions et la performance.

En fonction du type de stratégie d'engagement employé et de la performance académique obtenue, dans les cours suivis par la suite par l'étudiant, l'ensemble des différents facteurs du modèle pourront être réajustés comme la stratégie d'engagement utilisée, les objectifs à atteindre, les émotions ressenties, ou encore le niveau de motivation pour suivre le cours. La motivation est elle-même un marqueur affectif de la réussite reposant sur de nombreux modèles que nous allons maintenant également explorer.

⁸ L'engagement motivationnel fait référence ici à la notion de motivation que nous développons dans la partie suivante. L'engagement cognitif, comportemental, cognitivo-comportemental et socio-comportemental seront quant à eux développés dans la partie consacrée à l'engagement.

⁹ L'intelligence et les capacités d'auto-régulation seront également développées plus loin.

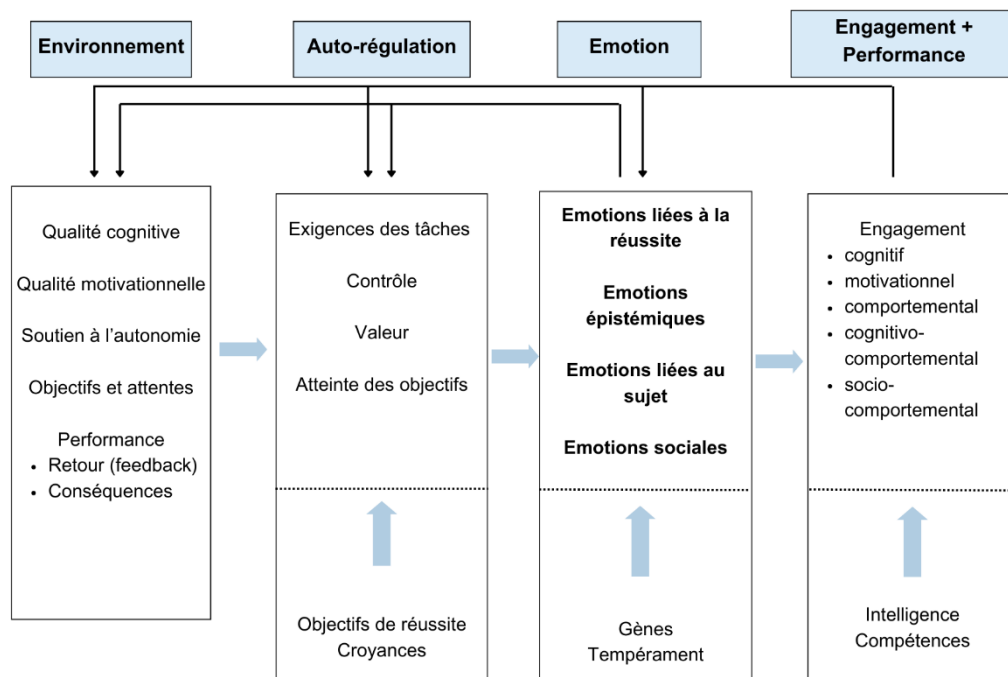


Figure 1.4 : Modèle simplifié de la "causalité réciproque des émotions académiques, de l'engagement et de leurs antécédents et résultats" de Pekrun et Linnenbrink-Garcia (2012).

Motivation

La motivation est un concept central dans le domaine de l'éducation. De façon candide, il serait facile de penser qu'un étudiant motivé va réussir ses études, là où l'élève en manque de motivation ne pourrait qu'échouer. De plus, tout un chacun peut penser qu'un étudiant qui se verrait octroyer un 3/20 risque de perdre en motivation, alors que celui enchaînant les 18 et les 19 ne peut qu'avoir une motivation maximale. Le concept de motivation est pourtant bien plus complexe, complexité que de nombreux auteurs ont cherché à modéliser à travers différentes théories (Bandura, 1997 ; Locke et Latham, 1990 ; Rotter, 1966 ; Ryan et Deci, 2000).

Dans leur méta-analyse, Richardson et al. (2012) ont identifié les théories les plus utilisées pour rendre compte de la motivation chez les étudiants universitaires, ainsi que pour évaluer les relations avec la performance académique (GPA, notes). Les 12 théories identifiées sont classées en 3 groupes : 1) les attributions, l'optimisme, le pessimisme, les attentes et le contrôle

perçu ; 2) les sources de motivation ; et 3) les types d'objectifs. Là encore, il n'est pas possible de présenter chacune de ces théories de façon exhaustive. Nous présenterons succinctement certaines d'entre elles et nous nous focaliserons sur les plus répandues qui sont le locus de contrôle (Rotter, 1966), l'auto-efficacité (Zimmerman et al., 1992), la théorie de l'auto-détermination (Ryan et Deci, 2000) et la théorie de l'établissement d'objectifs ("goal theory" en anglais) (Locke et Latham, 1990). Il est important de préciser que, en fonction des théories, la motivation peut être considérée de deux façons différentes.

Elle peut être un marqueur de la réussite académique qui découle des expériences du dernier cours ou d'anciens cours, de l'attribution de sa réussite ou de ses échecs et de la fixation ou non de nouveaux objectifs (Locke et Latham, 1990 ; Rotter, 1966 ; Zimmerman et al., 1992), etc. Elle peut être également être un facteur individuel, une caractéristique personnelle, menant l'apprenant à un certain niveau d'engagement et de performance dans son apprentissage (Locke et Latham, 1990 ; Ryan et Deci, 2000). La majorité des théories proposent néanmoins un mélange des deux, notamment dans le cadre de l'apprentissage universitaire, impliquant nécessairement une expérience académique antérieure.

Le premier groupe de théories sur la motivation est composé de concepts reliés à la façon dont un étudiant va attribuer sa réussite académique.

Le lieu de contrôle, ou locus de contrôle ("Locus of control" en anglais), est une construction théorique découlant de la théorie de l'apprentissage social de la personnalité de Julian B. Rotter (1966). Ce concept peut être défini comme le contrôle perçu sur les événements et les résultats de la vie. Un individu avec une vision du monde attribuant le déroulé des événements de sa vie comme étant plutôt indépendant de lui, due à des causes externes, peut être qualifié comme ayant un locus de contrôle externe, et inversement s'il a tendance à penser que les événements sont la conséquence de ses propres actions (locus de contrôle interne). L'échelle originelle de Rotter (1966) proposait par exemple des items comme "Dans le cas d'un étudiant bien préparé, il y a rarement, voire jamais, de tests injustes." (attribution interne) et "Souvent, les questions d'examen ont tendance à être si peu liées au travail fait en cours qu'il est inutile d'étudier." (attribution externe). Relié à cette théorie, Peterson et al. (1988) distinguent le style d'attribution pessimiste, style plutôt interne (ex : "Je rate l'examen car je suis bête"), et le style d'attribution optimiste, plutôt externe (ex : "Je rate l'examen car l'examineur ne comprend pas mon travail").

Un autre concept motivationnel est l'auto-efficacité. L'auto-efficacité est la croyance d'un individu en sa capacité à agir d'une manière nécessaire pour atteindre des objectifs spécifiques (APA Dictionary of Psychology, 2023), concept proposé à l'origine par le psychologue Albert Bandura en 1977. Dans le domaine de l'apprentissage universitaire, deux notions d'auto-efficacités ont été établies (Zimmerman et al., 1992).

La notion d'auto-efficacité de performance correspond à des situations lors desquelles les attentes des étudiants en termes d'efficacité, pour une performance donnée, sont influencées par leur expérience académique passée face à des défis similaires, leur permettant de s'appuyer sur leurs acquis pour anticiper les résultats. Cela peut, par exemple, correspondre à la capacité d'un étudiant à anticiper sa note au prochain partiel de mathématiques, connaissant ses notes aux anciens partiels (ex : "Quelle est la moyenne la plus élevée que vous êtes certain de pouvoir atteindre ?") (Shell et Husman, 2001). A contrario, lorsque les défis ne sont pas familiers, la performance doit être anticipée sur la base de représentations plus générales des compétences pertinentes pour la situation donnée. C'est ce que l'on appelle l'auto-efficacité académique, ou contrôle académique (ex : "J'ai un grand contrôle sur mes résultats scolaires dans mes cours.") (Stupnisky et al., 2008).

Le second groupe de motivation identifié par Richardson et al. (2012) renvoie aux sources de motivation, et correspond principalement à la théorie de l'auto-détermination de Ryan et Deci (2000). Cette théorie se distingue des précédentes en se focalisant non pas sur la caractérisation de la façon d'être des personnes en fonction de leur motivation, mais sur les sources de la motivation.

Cette théorie distingue 3 grands types de motivation : l'amotivation, la motivation extrinsèque et la motivation intrinsèque (voir Figure 1.5).

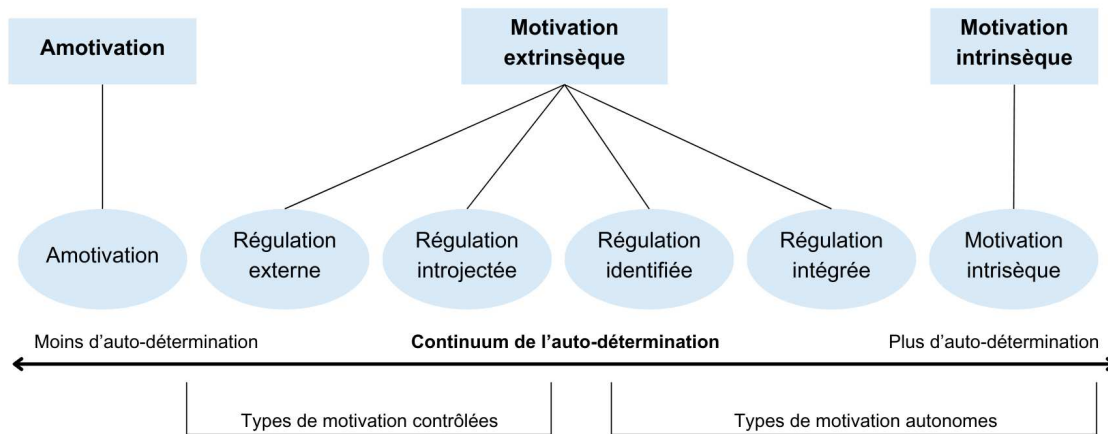


Figure 1.5 : Modèle de l'auto-détermination de Ryan et Deci (2000), adapté par Howard et al., 2017.

La motivation intrinsèque désigne le désir psychologique d'adopter des comportements pour le plaisir, la satisfaction ou l'excitation associés à l'adoption du comportement lui-même (Ryan et Deci, 2019). Un exemple d'item évaluant la motivation intrinsèque peut prendre la forme suivante : "Bien qu'il puisse y avoir de nombreuses bonnes raisons pour atteindre l'objectif académique, la raison principale est simplement l'intérêt que vous portez à l'expérience elle-même." (Richardson et al., 2012). La motivation intrinsèque correspond au plus haut niveau d'autodétermination.

La motivation extrinsèque désigne l'état psychologique qui se manifeste lorsque les individus sont poussés à adopter des comportements pour des raisons autres que le plaisir de réaliser le comportement en lui-même (Ryan et Connell, 1989). Quatre types de motivation extrinsèque sont distingués, correspondant à des comportements plus ou moins auto-déterminés (c'est-à-dire choisi par la personne elle-même) :

- La régulation externe est l'état psychologique le moins auto-déterminé dans lequel se trouvent les individus qui cherchent à obtenir des récompenses contrôlées par une tierce personne et/ou à éviter les punitions administrées également par quelqu'un d'autre (Howard et al., 2021). Par exemple, un étudiant qui fait ses devoirs uniquement pour éviter d'être réprimandé par ses parents ou obtenir une bonne note.

- La régulation introjectée est un état dans lequel les comportements sont motivés par un sentiment de culpabilité ou de honte, ou pour obtenir de l'estime de soi. Par exemple, un étudiant qui révise pour un examen parce qu'il se sentirait coupable s'il échouait, ou parce qu'il veut se prouver à lui-même qu'il en est capable.

- La régulation identifiée, bien que toujours extrinsèque, est une forme de motivation plus autonome. L'individu reconnaît l'importance d'une tâche et la considère comme cohérente avec ses propres objectifs, même si l'activité en elle-même n'est pas intrinsèquement agréable. Par exemple : un étudiant choisit de suivre un cours qu'il trouve difficile parce qu'il sait que cela sera bénéfique pour sa future carrière.

- Enfin, la régulation intégrée désigne le niveau le plus autonome de la motivation extrinsèque et correspond à une situation psychologique où l'individu a complètement intégré les raisons externes et les considère comme en accord avec ses valeurs personnelles et son identité. Par exemple, un étudiant s'implique dans des projets académiques parce qu'il considère cela comme essentiel à son développement personnel et en accord avec sa vision de lui-même comme devant être un professionnel compétent.

Dans la littérature s'intéressant aux étudiants universitaires, les échelles de motivation externe tournent souvent autour de la notion de motivation à obtenir de bonnes notes, sans forcément de référentiel sur le type de régulation impliqué (ex : "Obtenir une bonne note dans ce cours est la chose la plus satisfaisante pour moi en ce moment.", MSLQ) (Pintrich, 1991).

Enfin, dans ce modèle (Ryan et Deci, 2000), le plus bas niveau d'autodétermination correspond à l'amotivation, qui désigne un état dans lequel aucun facteur intrinsèque ou extrinsèque ne stimule l'action. Ce niveau de motivation correspond à des étudiants qui ne voient pas le lien entre leur comportement et le résultat attendu et/ou se sentent incapables de faire le travail (Howard et al., 2021). Un exemple d'item caractéristique est le suivant : "Je ne sais pas ce que je fais dans ce cursus universitaire." (Vallerand et al., 1989).

Le dernier (et troisième) groupe de théories de la motivation identifié par Richardson et al. (2012) est en lien avec les objectifs. Cette catégorie correspond à des échelles reposant sur la théorie de l'établissement d'objectifs ("goal theory" en anglais) de Locke et Latham (1990), théorie reposant également sur le concept d'auto-efficacité de Bandura (1997). Dans ce modèle, un individu peut avoir 3 grands types réactions à une expérience (en fonction des expériences passées, du traitement cognitif des résultats des expériences passées, des réponses émotionnelles induites, et de l'importance accordée à cette expérience) : 1) ignorer l'expérience ; 2) être satisfait de l'expérience ; 3) être insatisfait de l'expérience. Pour les deux premiers types de réactions, aucun changement majeur d'objectifs n'est nécessaire. En revanche, en cas d'insatisfaction, de nouveaux objectifs peuvent être fixés afin d'obtenir une expérience positive la seconde fois.

Dans la littérature portant sur les étudiants universitaires, 4 grands types d'objectifs sont principalement étudiés (Richardson et al., 2012) : l'orientation de l'objectif vers l'apprentissage, l'orientation de l'objectif vers la performance, l'orientation de l'objectif vers l'évitement, l'orientation vers la notation.

L'orientation vers l'objectif d'apprentissage peut être définie comme la volonté d'apprendre à développer de nouvelles connaissances et compétences, voire à les maîtriser. Un exemple d'item évaluant l'orientation vers l'objectif d'apprentissage est le suivant : "Dans un cours comme celui-ci, je préfère un contenu de cours qui me challenge vraiment afin que je puisse apprendre de nouvelles choses." provenant de l'échelle "Intrinsic Goal Orientation" du "Questionnaire sur les stratégies d'apprentissage motivées" (MSLQ) (Pintrich et al., 1991). Comme indiqué dans le nom de cette échelle, l'orientation vers l'objectif d'apprentissage est reliée à la notion de motivation intrinsèque. Cette échelle est une des plus utilisées dans la littérature académique (Richardson et al., 2012)

L'orientation de l'objectif vers la performance peut être définie comme un accomplissement visant à démontrer sa compétence par rapport aux autres. Des exemples d'items sont : "Je veux réussir dans ce cours pour montrer mes capacités à ma famille, à mes amis, à mes conseillers ou à d'autres personnes" et "Je suis motivé par l'idée de faire mieux que mes camarades dans ce cours" (échelle de "Extrinsic Goal Orientation" du MSLQ) (Pintrich et al., 1991). L'orientation vers l'objectif de performance est reliée à la notion de motivation extrinsèque, en étant plutôt contrôlée de façon positive par l'idée de prouver ou de faire mieux qu'un autre.

L'orientation de l'objectif vers l'évitement correspond au renoncement à des activités d'apprentissage susceptibles d'entraîner la démonstration de capacités et de résultats médiocres (ex : "Ma peur d'avoir de mauvais résultats dans ce cours est souvent ce qui me motive" et "Je veux juste éviter d'avoir de mauvais résultats dans ce cours"). Ce concept est également similaire à la notion de motivation extrinsèque, plutôt contrôlée de façon négative par le fait d'éviter un mauvais résultat.

Enfin, l'orientation vers la notation correspond directement à un seuil minimal de performance auto-attribuée (Locke et Latham, 1990) (ex : "Quel est l'objectif minimum, c'est-à-dire le minimum dont vous seriez satisfait, en termes de pourcentage pour le prochain test - sur une échelle de 0 % à 100 % - ?").

Pour conclure cette partie, nous allons discuter des liens entre ces différentes échelles de motivation et la performance académique (GPA) à l'Université.

Dans leur méta-analyse, Richardson et al. (2012) montrent que le facteur le plus corrélé à la performance académique est l'auto-efficacité de performance ($r = 0.59 [0.49, 0.67]$), mais seuls 4 articles étaient inclus dans l'analyse. Les autres modalités de motivation les plus corrélées avec la performance académique sont l'auto-efficacité académique ($r = 0.31 ; k = 67 ; N = 46\,570$) et l'orientation vers la notation ($r = 0.35 [0.28, 0.42] ; k = 13 ; N = 2\,670$). Ensuite, le locus de contrôle interne ($r = 0.13 [0.04, 0.22] ; k = 13 ; N = 2\,126$), la motivation intrinsèque ($r = 0.17 [0.12, 0.23] ; k = 22 ; N = 7\,414$), le style d'attribution optimiste ($r = 0.11 [0.04, 0.17] ; k = 6 ; N = 1\,364$), l'orientation vers l'objectif d'apprentissage ($r = 0.10 [0.09, 0.14] ; k = 60 ; N = 18\,315$) et l'orientation de l'objectif vers l'évitement ($r = -0.14 [-0.18, -0.09] ; k = 31 ; N = 10\,713$) ont des corrélations situées entre 0.10 et 0.20 avec la performance académique. Seuls la motivation extrinsèque ($r = 0.01 [-0.06, 0.08] ; k = 10 ; N = 2\,339$) et le style d'attribution pessimiste n'ont pas de corrélations ($r = 0.01 [-0.12, 0.13] ; k = 8 ; N = 1\,026$) avec la performance académique.

Ainsi, la motivation semble également être un bon prédicteur de la performance académique des étudiants à l'Université.

Charge cognitive

Alors que la motivation d'un étudiant est un élément clé d'un apprentissage réussi, sa perception de la difficulté liée à cet apprentissage l'est tout autant. La théorie de la charge cognitive (Sweller, 1988) est une théorie pédagogique basée sur notre connaissance de la cognition humaine et de ses structures (Sweller et al., 2011). Elle intègre la catégorisation des connaissances de Geary (2008) en connaissances primaires et secondaires, et a pour objectif d'identifier la meilleure façon d'apprendre les connaissances secondaires (pour plus de détails, voir la section consacrée au début de ce chapitre). La théorie de la charge cognitive soutient notamment l'idée que toute nouvelle information est d'abord traitée par une mémoire de travail à la capacité et la durée limitées, puis est stockée dans une mémoire à long terme illimitée en vue d'une utilisation ultérieure (Sweller et al., 2019). En fonction du type d'informations secondaires à traiter, la charge imposée à la mémoire de travail varie, et celle-ci peut être surchargée. Afin d'identifier les pratiques pédagogiques les plus pertinentes pour éviter une surcharge, de nombreux travaux se basant sur cette théorie vont comparer de nouvelles procédures pédagogiques censées optimiser la charge cognitive, en les comparant à des procédures plus traditionnelles (dans le cadre d'expériences randomisées et contrôlées). Si la nouvelle procédure facilite l'apprentissage, un nouvel effet peut avoir été démontré, pouvant servir au design de nouvelles pratiques pédagogiques et être utile pour les enseignants de tous niveaux (Sweller et al., 2011).

La théorie de la charge cognitive comporte deux grands concepts : la charge cognitive intrinsèque et la charge cognitive extrinsèque.

Certaines informations imposent une charge cognitive importante en raison de leur difficulté intrinsèque (ex : comprendre la relativité générale). Cette difficulté imposée par l'information à apprendre (ou la tâche à réaliser) en elle-même est appelée charge cognitive intrinsèque. Elle ne peut être modifiée qu'en changeant ce qui est appris ou en changeant les niveaux de connaissance des apprenants. D'autres informations imposent une lourde charge cognitive non pas en raison de leur nature intrinsèque, mais plutôt en raison de la manière dont elles sont présentées (ex : comprendre la relativité générale dans un amphithéâtre bruyant). La charge imposée par la manière dont les informations sont présentées est appelée charge cognitive extrinsèque. Elle peut être réduite en modifiant les procédures d'enseignement.

Les deux catégories de charge cognitive sont déterminées par le même facteur sous-jacent : l'interactivité de l'élément (Sweller, 2010). On parle d'interactivité élevée lorsque les apprenants traitent un grand nombre d'éléments d'information simultanément dans la mémoire

de travail et d'interactivité faible lorsque peu d'éléments sont traités simultanément. Le nombre d'éléments d'information traités en raison de la nature intrinsèque de l'information détermine la charge cognitive intrinsèque, tandis que le nombre d'éléments d'information dus à des facteurs de conception pédagogique détermine quant à lui la charge cognitive extrinsèque.

En plus de ces deux catégories de charges cognitives, un dernier type de charge cognitive, dite germane (ou essentielle, "germane cognitive load" en anglais) est présente dans cette théorie. Cette charge permet la redistribution de ressources de la mémoire de travail des activités extrinsèques vers des activités intrinsèques. La charge cognitive germane n'est plus une charge cognitive à part entière (comme cela pouvait être modélisé par le passé) mais un processus de redistribution (Sweller et al., 2019).

De nombreux outils de mesures ont été développés pour évaluer la charge cognitive. Les plus répandus depuis l'émergence de cette théorie sont les tests subjectifs demandant aux personnes d'évaluer le coût cognitif d'un apprentissage (Xie et al., 2017) ou l'utilisation de score de performance en double-tâche. Les échelles subjectives impliquent que les apprenants évaluent leur perception du niveau de charge cognitive ressentie durant l'apprentissage (ex : "Les sujets abordés lors de cette activité étaient complexes.") (Fontaine et al., 2019). Cette évaluation subjective du ressenti de la difficulté de la tâche d'apprentissage range donc la charge cognitive plutôt dans le domaine affectif de la taxonomie de Bloom (Krathwohl et al., 1964), même si cette classification peut être débattue (voir Discussion générale, Chapitre 9).

Par la suite sont apparues des techniques physiologiques, plus objectives, comme la neuroimagerie, avec l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) (Whelan, 2007) ou l'électroencéphalogramme (EEG) (Antonenko et al., 2010), ou encore l'eye-tracking (ex : dilatation de l'œil, temps de fixation et saccades) (Van Gerven et al., 2004). Certains chercheurs restent encore sceptiques vis à vis de l'utilité des techniques physiologiques pour mesurer la charge cognitive. Tout d'abord, elles restent difficiles à mettre en place, mais aussi les travaux montrent que les échelles d'évaluation subjectives sont tout aussi valides et fiables que ces techniques dites objectives (Sweller et al., 2019). Notamment, récemment Leppink et al. (2013) ont étudié l'utilité d'un nouvel instrument psychométrique dans lequel les différents types de charge cognitive sont évalués et ont conclu que les charges cognitives intrinsèques et extrinsèques peuvent être différenciées à l'aide de leur instrument psychométrique en 10 points (comme les méthodes d'imagerie avec des méthodes plus simples).

Dans le cadre de l'apprentissage, de nombreux chercheurs travaillent à identifier des solutions pour réguler la charge cognitive induite, souvent en se concentrant sur la charge cognitive extrinsèque.

Par exemple, certains travaux s'intéressent à la mise en place de repères dans les cours, comme en faisant clignoter le rectangle d'intérêt dans une tâche de géométrie (Jeung et al., 1997), en assombrissant les parties du corps non pertinentes dans un cours sur le système cardiovasculaire (de Koning et al., 2007), ou encore en faisant apparaître des flèches rouges pour pointer les éléments en train d'être discutés lors d'apprentissage d'informations sur le cycle des roches (Lin et Atkinson, 2011). Récemment, Xie et al. (2017) ont réalisé une méta-analyse incluant 25 travaux évaluant l'efficacité de ces repères sur la charge cognitive subjective (charge cognitive totale, incluant l'effort mental, la difficulté perçue, ou leur combinaison), la rétention de connaissances, et la performance à des tâches impliquant un transfert des connaissances. Leurs résultats montrent un effet statistiquement significatif des repères sur la réduction de la charge cognitive ($d = -0,11 [-0,19, -0,02]$), sur l'augmentation de la rétention de connaissances ($d = 0,27 [0,08, 0,46]$) et sur les performances en tâches de transfert ($d = 0,34, [0,12, 0,56]$). De plus, des analyses de méta-régression ont montré que le niveau de charge cognitive est également un prédicteur de l'augmentation de la rétention de connaissances ($\beta = -0.70 [-1.02, -0.38]$) et de la performance en tâches de transfert ($\beta = -0.60 [-0.92, -0.28]$), pouvant laisser penser que les repères permettent la réduction de la charge cognitive (extrinsèque), elle-même entraînant l'augmentation de la rétention de connaissances et de la performance en tâches de transfert.

D'autres travaux se sont également intéressés au rôle de la charge cognitive dans des apprentissages impliquant des activités numériques, parfois en lien avec la motivation intrinsèque. Par exemple, récemment, Poupard et al. (2024) se sont intéressés aux travaux comparant les effets de la réalité virtuelle à visée éducative à des pratiques contrôlées plus conventionnelles (ex : PPT de cours, vidéos, livre de cours, etc.). Ils ont développé une grille d'observation permettant de savoir si les résultats observés dans certains travaux, notamment en termes d'effets sur l'acquisition de connaissances de la charge cognitive et de la motivation intrinsèque, étaient cohérents avec la théorie de la charge cognitive. Ainsi, comme il est possible de voir, sur la Figure 1.6, cette grille d'observation montre que la théorie de la charge cognitive prédit : 1) une meilleure acquisition de connaissances en réalité virtuelle lorsque la charge cognitive intrinsèque augmente et/ou la charge cognitive extrinsèque baisse et lorsque la motivation intrinsèque augmente ; 2) que l'acquisition de connaissances reste stable lorsque les charges cognitives et le niveau de motivation intrinsèque sont similaires ; 3) que l'acquisition

de connaissances diminue en réalité virtuelle lorsque la charge cognitive extrinsèque augmente et/ou la charge cognitive intrinsèque baisse et lorsque la motivation intrinsèque baisse. Toute autre configuration serait en désaccord avec la théorie de la charge cognitive. Nous reviendrons sur les résultats concernant l'impact de la réalité virtuelle à visée académique sur les marqueurs de la réussite académique dans la partie dédiée (Chapitre 3).

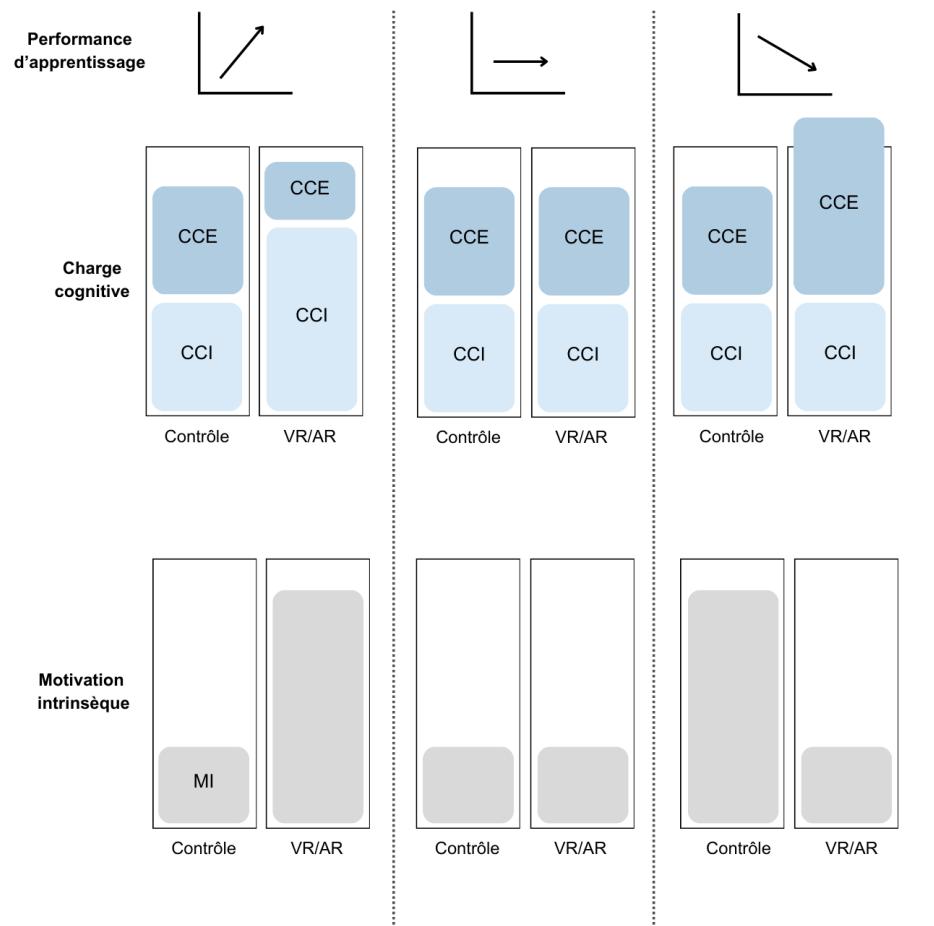


Figure 1.6 : Grille d'analyse des résultats des effets de la réalité virtuelle pour l'apprentissage (en comparaison à une activité contrôle) sur la motivation intrinsèque (MI), la charge cognitive intrinsèque (CCI) et extrinsèque (CCE), et les performances académiques (notes) attendues selon la théorie de la charge cognitive. Issu de Poupard et al. (2024).

Sentiment de présence et état de flow

Le dernier marqueur affectif de la réussite dont nous allons discuter est le sentiment de présence et l'état de flow pouvant en découler. Le sentiment de présence est l'impression d'être présent dans l'environnement dans lequel on se trouve (Slater et al., 1994). Lorsqu'un étudiant est

pleinement impliqué dans le processus d'apprentissage, que ce soit en révisant le contenu du cours ou en écoutant l'enseignant dans la salle de classe ou l'amphithéâtre, ce sentiment de présence peut être maximisé, pouvant même donner lieu à un état de flow (Joo et al., 2013). Cet état de flow désigne alors l'état dans lequel l'étudiant peut se sentir lorsqu'il est tellement impliqué dans le processus d'apprentissage qu'il en perd la notion du temps, de l'environnement et de toutes les autres choses à l'exception de l'activité elle-même (Lee, 2005). Il en résulte des résultats positifs sur l'apprentissage en termes d'acquisition de connaissances (Joo et al., 2013). Ce sentiment de présence est également un enjeu majeur dans l'usage de la réalité virtuelle à visée éducative (Krath et al., 2021) et de l'apprentissage à distance (Joo et al., 2013). De nombreuses échelles de sentiment de présence existent, pouvant parfois être utilisées dans des conditions d'apprentissages numériques multiples, comme le "Sense of Presence Inventory" (Lessiter et al., 2001) (ex : "J'avais l'impression d'être présent dans le cours que je voyais"). Nous reviendrons sur le rôle du sentiment de présence dans les parties consacrées à l'apprentissage à distance et à la réalité virtuelle.

Les marqueurs comportementaux de la réussite académique

Pour finir, après avoir discuté des marqueurs cognitifs et affectifs, nous allons maintenant présenter les principaux marqueurs comportementaux de la réussite académique (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017), qui désignent les marqueurs mesurant l'implication de l'étudiant dans le processus d'apprentissage.

Engagement : participation en classe, stratégies d'apprentissages, stratégies d'auto-régulation et collaboration

Dans le cadre de l'apprentissage scolaire et universitaire, une définition générale de l'engagement proposée par Lei et al. (2018, p.517) qui définissent ce terme comme "l'implication active des étudiants dans leurs tâches et activités d'apprentissage".

Les premiers chercheurs s'étant intéressés à la notion d'engagement des étudiants l'ont abordée en termes de comportements observables, tels que le niveau de participation à diverses tâches et le temps nécessaire pour les accomplir (Brophy, 1983). Plus récemment, cependant, les chercheurs ont commencé à conceptualiser l'engagement des étudiants comme un phénomène multidimensionnel.

Lei et al. (2018), dans leurs méta-analyses, en distinguent 3 formes différentes : l'engagement cognitif, l'engagement émotionnel et l'engagement comportemental. L'engagement émotionnel est défini comme "les réactions émotionnelles des élèves face aux enseignants, aux élèves, à l'apprentissage et à l'école en général, y compris leur sentiment d'appartenance, de valeur et d'identité, ainsi que leur niveau d'intérêt, d'ennui, de bonheur, de tristesse, d'anxiété et d'autres émotions" (Finn, 1989 ; Lei et al., 2018). Cette notion d'engagement émotionnel se rapproche ainsi fortement du modèle des "émotions liées à la réussite" de Pekrun (2006) abordé précédemment. Dans cette section, nous allons donc nous focaliser plus spécifiquement sur l'engagement comportemental et l'engagement cognitif.

Engagement comportemental

L'engagement comportemental désigne le niveau de participation des élèves à leur apprentissage, y compris leur implication dans les activités d'apprentissage. Cette notion se rapproche des premières définitions de l'engagement (Brophy, 1983).

De nombreuses mesures peuvent être utilisées pour évaluer l'implication comportementale des étudiants. Parmi les plus étudiées et les plus répandues se trouve la participation en classe.

La participation en classe peut prendre différentes formes, allant de lever la main pour répondre ou poser une question (Rocca, 2010), en passant par le simple fait d'être en classe ou de réaliser une présentation orale (Fritschner, 2000). Nous utilisons maintenant le terme de participation pour désigner le fait de lever la main pour répondre ou poser une question et la discussion qui peut en résulter (Rocca, 2010). Différentes façons de mesurer la participation existent, allant d'un nombre s'incrémentant à chaque interaction, à une note journalière ou à une note après une période donnée, comme la fin du semestre (Armstrong et Boud, 1983). Cette mesure peut se faire de façon auto-évaluée par l'étudiant lui-même, ou hétéro-évaluée par l'enseignant ou encore par un autre étudiant (Gopinath, 1999). Rocca (2010), dans une revue de la littérature menée sur des travaux effectués entre 1959 et 2009, a identifié de nombreux bénéfices à la participation en classe, cette dernière menant les élèves à être motivés (Junn, 1994), à apprendre mieux et à avoir de meilleures notes (Daggett, 1997 ; Handelsman et al., 2005), ou encore à avoir une meilleure pensée critique (Crone, 1997 ; Garside, 1996) et à gagner en assurance (Kuh et Umbach, 2004).

Cependant, une limite de la participation en classe est qu'elle est souvent l'apanage d'un petit nombre d'étudiants, ces derniers étant donc les seuls à tirer les bénéfices de cette pratique. Karp et Yoels (1976) a montré qu'un petit nombre d'élèves (2 à 5) représente la majorité (50 à 75 %) de toutes les interactions. Howard et Henney (1998) ont étudié le nombre d'interactions dans près de 156 sessions de cours universitaires (durant en moyenne 1h15) à la "Indiana University Purdue University Columbus" (IUPUC), totalisant au total environ 2700 étudiants. Les auteurs ont trouvé que pour chaque cours, environ 4 à 5 élèves représentaient 90 % des interactions, qu'un tiers seulement participaient régulièrement, tandis que la moitié des élèves ne participaient pas du tout. Nunn (1996) a également constaté qu'en moyenne, seule une minute environ d'un cours de 40 minutes était consacrée à la participation des étudiants. Pearson et West (1991) ont aussi constaté que les étudiants ne posaient environ que 3,5 questions par heure de cours.

Certains facteurs impactent ce résultat. Tout d'abord un nombre réduit d'étudiants en cours augmente la participation (Auster et MacRone, 1994). De plus, les cours magistraux réduisent les possibilités de participation des étudiants (Weaver et Qi, 2005). Le type de cours influence aussi la participation des étudiants, qui se sentent plus à l'aise dans les cours de communication (Bowers, 1986). Ils participent différemment selon les disciplines, posant plus de questions en sciences naturelles et s'exprimant plus longuement en arts et sciences sociales (Cornelius et al., 1990 ; Crombie et al., 2003). De plus, les étudiants suivant des cours de niveau supérieur (ex :

master) sont plus susceptibles de participer que ceux suivant des cours de niveau inférieur (Fritschner, 2000). La personnalité des étudiants, comme leur niveau d'estime d'eux-mêmes ou d'estime leur niveau académique, est également une variable modératrice (Williams, 1971). Le genre a également un effet, les étudiants de genre masculin participant davantage que les étudiantes, probablement en raison d'une plus grande sollicitation à cette participation dans leur éducation (Williams, 1990). Enfin, les étudiants vont également avoir tendance à plus ou moins participer en fonction de la personnalité et de la pédagogie de leur enseignant, mais aussi selon qu'ils le perçoivent physiquement ou socialement attrayants (Myers et al., 2009).

Ainsi, la participation dans les cours universitaires, bien qu'importante, est souvent limitée à un petit nombre d'étudiants combinant différentes caractéristiques.

Cette participation en classe est toujours évaluée à l'heure actuelle. Par exemple, la "National Survey of Student Engagement", enquête menée chaque année dans des centaines d'Universités américaines, contient une mesure de participation (ex : "Durant l'année en cours, à quelle fréquence avez-vous posé des questions ou contribué aux discussions durant le cours ?").

D'autres marqueurs d'engagement comportemental que la participation existent. Avec le développement de la technologie, certains travaux s'intéressent à l'engagement des étudiants dans le Système de gestion de l'apprentissage du cours ("Learning Management System" en anglais, par exemple Moodle) en utilisant le nombre de visionnages de vidéos, le nombre de messages sur les forums, etc. (Romero et Ventura, 2010). Les résultats montrent que certains marqueurs, comme le nombre de messages postés, la remise tardive des devoirs, le nombre de sessions (la fréquence des connexions au cours) et le nombre de lectures de contenus de cours (ex : PowerPoint, dossiers, etc.), etc. permettent de prédire de manière significative la performance académique (You, 2016). D'autres travaux montrent également que certaines caractéristiques des vidéos diffusées en cours (vidéos plus courtes, informelles avec des têtes parlantes, réalisées avec des dessins sur tablette, etc.) sont plus efficaces pour engager les étudiants (Guo et al., 2014).

Engagement cognitif

L'engagement cognitif est un concept faisant référence aux stratégies cognitives, notamment aux stratégies d'apprentissages et d'autorégulation, utilisées par les étudiants dans leurs processus d'apprentissage (Fredricks et al., 2004 ; Lei et al., 2018 ; Walker et al., 2006). Dans le modèle de Pekrun et Linnenbrink-Garcia (2012), l'engagement cognitif en tant que tel fait

référence à l'implication de deux processus cognitifs majeurs de l'apprentissage, l'attention et la mémoire, abordés dans la partie sur la charge cognitive et dans la partie sur le rôle des facteurs individuels (voir prochaine section de ce chapitre). Dans ce modèle de Pekrun et Linnenbrink-Garcia (2012), c'est plutôt l'engagement cognitivo-comportemental qui désigne les stratégies d'apprentissages et d'autorégulation utilisées par les étudiants.

Les stratégies d'apprentissages et d'autorégulation correspondent à deux grandes modélisations conceptuelles de la façon dont les étudiants s'engagent et régulent leurs apprentissages académiques.

Les stratégies d'apprentissages

Les stratégies d'apprentissages se déclinent en trois grandes approches de l'apprentissage, dépendant des objectifs académiques des étudiants et de leur niveau de motivation (Biggs, 1987 ; Craik et Lockhart, 1972) :

- L'approche approfondie se caractérise par des étudiants ayant une motivation intrinsèque pour apprendre, notamment un intérêt pour le sujet étudié, une volonté de compréhension du contenu et une vocation pour cet apprentissage. Cette approche implique notamment la mise en place de stratégies poussées consistant par exemple à faire des synthèses des grands principes du cours et à apporter un regard critique sur ces derniers en faisant le lien avec des connaissances passées issues d'autres cours (Fox et al., 2001). Cette approche se mesure avec des items comme : "J'essaie d'établir un lien entre les nouvelles connaissances du cours, au fur et à mesure que je le lis, et ce que je sais déjà sur le sujet." et "Je trouve que les révisions de ce cours me procurent parfois un sentiment de profonde satisfaction personnelle." ("Study Process Questionnaire", SPQ), Fox et al., 2001).

- A contrario, l'approche de surface de l'apprentissage est employée par des étudiants ayant des stratégies cognitives superficielles, telles que l'apprentissage par cœur de faits et d'idées, en combinaison avec une motivation extrinsèque (peur d'échouer ou simple volonté de valider son partiel) pour apprendre (Fox et al., 2001). Cette approche se mesure avec des items comme : "Que cela me plaise ou non, je constate que la poursuite des études est pour moi un bon moyen d'obtenir un emploi bien rémunéré ou sûr." ou "Je limite généralement mes révisions à ce qui est suffisant pour réussir, car je pense qu'il n'est pas nécessaire de faire quoi que ce soit de plus." ("SPQ", Fox et al., 2001).

- Enfin, l'approche stratégique est une combinaison à la fois des approches profonde et de surface, visant à utiliser les techniques les plus efficaces pour avoir le meilleur rapport

révision/haute performance en fonction des situations, notamment dans un esprit de compétition avec les autres. Cette approche se mesure avec des items comme : "J'essaie de travailler de manière cohérente tout au long du trimestre et de réviser régulièrement lorsque les examens sont proches." ou "Je considère l'obtention de bonnes notes comme une sorte de jeu compétitif, et j'y joue pour gagner." (SPQ) (Fox et al., 2001).

Richardson et al. (2012) ont montré dans leur méta-analyse que l'approche stratégique était la stratégie d'apprentissage la plus reliée aux performances académiques ($r = 0.23$ [0.17, 0.30] ; $k = 15$; $N = 2\,774$), devant l'approche approfondie ($r = 0.14$ [0.09, 0.18] ; $k = 23$; $N = 5\,211$). L'approche de surface est quant à elle corrélée négativement avec la performance académique ($r = -0.18$ [-0.25, -0.10] ; $k = 22$; $N = 4\,838$).

Les stratégies d'autorégulations

Les secondes stratégies utilisées par les étudiants, dites d'autorégulation, ne sont pas très éloignées des stratégies d'apprentissage, mais proposent d'expliquer l'engagement des étudiants dans leur apprentissage par des stratégies précises, correspondant à différents domaines et à différentes phases d'apprentissage (plutôt qu'à des stratégies plus générales sous-estimant la variabilité intra-individuelle). Pintrich (2004) propose un cadre de classification de ces différentes stratégies en fonction de différentes phases : 1) Phase 1 : prévision, planification et activation ; 2) Phase 2 : surveillance ; 3) Phase 3 : contrôle ; 4) Phase 4 : réaction et réflexion. Chacune de ces phases va impliquer différents domaines de régulation nommés cognitif, motivation/affect, comportemental et contextuel. Ces différentes phases postulent de façon générale que les individus peuvent se fixer des normes ou des objectifs à atteindre dans leur apprentissage, suivre leurs progrès vers ces objectifs, puis adapter et réguler leur cognition, leur motivation et leur comportement afin d'atteindre leurs objectifs (Pintrich, 2004).

L'échelle la plus utilisée, regroupant la majorité des stratégies employées dans ces différentes étapes est le Questionnaire sur les Stratégies d'Apprentissage Motivées ("Motivated Strategies for Learning Questionnaire" (MSLQ), en anglais) comportant 9 échelles de stratégies d'autorégulations.

Ces stratégies sont :

- La répétition ("rehearsal" en anglais), consistant à apprendre en répétant le contenu à apprendre (ex : "Lorsque j'étudie ce cours, je m'exerce à me le répéter encore et encore", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).

- L'élaboration, c'est-à-dire la capacité à synthétiser des informations provenant de différentes sources (ex : "Je m'efforce, dans la mesure du possible, d'établir des liens entre les thèmes de ce sujet et ceux des autres cours.", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).
- L'organisation, à savoir la capacité à sélectionner des éléments d'informations clés dans des situations d'apprentissage. (ex : "Lorsque j'étudie le cours, je surligne certaines parties pour m'aider à organiser mes idées", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).
- La pensée critique, c'est-à-dire la capacité d'analyser de manière critique le contenu du cours (ex : "Il m'arrive souvent de m'interroger sur le contenu que j'entends ou lis dans ce cours pour décider si je le trouve convaincant", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).
- La métacognition, définie ici comme la capacité d'un étudiant à autoréguler la compréhension de son propre apprentissage. (ex : "Lorsque j'étudie ce cours, j'essaie de déterminer les concepts que je ne comprends pas bien", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).
- La régulation de l'effort, définie comme la persévérance et l'effort produit face à des situations académiques difficiles (ex : "Je me force à travailler même si je n'aime pas ce que nous faisons.", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).
- La gestion du temps et des études, correspondant à la capacité d'autoréguler le temps et les activités d'étude. (ex : "Je fais un bon usage de mon temps de révision pour ce cours", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).

Deux dernières échelles correspondent même à une catégorie à part d'engagement dans le modèle de Pekrun et Linnenbrink-Garcia (2012), à savoir l'engagement social et comportemental. Cette catégorie correspond aux stratégies impliquant des interactions sociales afin de permettre la construction de l'apprentissage.

On retrouve la recherche d'aide ("help seeking" en anglais), correspondant à la tendance à chercher de l'aide auprès des enseignants et des amis (ex : "Je demande à l'enseignant de clarifier des concepts du cours que je ne comprends pas bien.", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990) et l'apprentissage avec les pairs ("peer learning" en anglais), c'est-à-dire la tendance à travailler avec d'autres étudiants afin de faciliter l'apprentissage (ex : "Lorsque je révise, j'essaie régulièrement d'expliquer le cours à des camarades ou à des amis", MSLQ) (Pintrich et DeGroot, 1990).

Richardson et al. (2012) se sont également intéressés aux effets de ces différentes stratégies d'auto-régulations dans leur méta-analyse. Parmi toutes ces stratégies, les plus corrélées avec

la performance académique chez les étudiants universitaires sont la régulation de l'effort ($r = 0.32$ [0.29, 0.35] ; $k = 19$; $N = 8\ 862$), la gestion du temps et des études ($r = 0.22$ [0.14, 0.29] ; $k = 7$; $N = 5\ 847$). Tous les autres facteurs ont des corrélations entre 0.13 et 0.18 avec la performance académique à l'exception de la répétition et de l'organisation, qui n'ont pas de corrélation avec la performance (respectivement $r = 0.01$ [-0.07, 0.10] ; $k = 11$; $N = 3\ 204$ et $r = 0.04$ [-0.06, 0.15] ; $k = 6$; $N = 5\ 410$).

De plus, les émotions positives sont corrélées à l'autorégulation et à l'utilisation implicite de méta-stratégies, tandis que les émotions négatives peuvent inciter l'étudiant à s'en remettre à des conseils extérieurs (Linnenbrink et Pintrich, 2002 ; Pekrun et al., 2002 ; Pekrun et Stephens, 2010).

L'engagement et notamment la participation ainsi que les différentes stratégies d'apprentissages, sont donc des marqueurs cruciaux de la réussite académique. Afin de renforcer cet engagement, des outils numériques sont de plus en plus utilisés dans les cours à l'Université. L'effet de ces outils numériques sur l'engagement des étudiants est donc important à prendre en compte.

TAM & UTAUT : Acceptabilité et intention d'utilisation du numérique

Avec les différentes évolutions technologiques, l'usage d'outils numériques au sein des apprentissages est de plus en plus répandu, notamment en vue d'accroître l'engagement et la motivation des étudiants dans leur apprentissage. Comme nous le verrons dans les chapitres suivants (Chapitre 2 et Chapitre 3), les différentes modalités d'apprentissage à distance, les applications de quiz ou encore la réalité virtuelle à visée éducative sont des pratiques de plus en plus courantes. Parmi les différentes méthodes employées visant à évaluer leurs effets, certains travaux ont cherché à modéliser la façon dont ces différentes pratiques et outils numériques peuvent être acceptés par les étudiants et les conditions les amenant à les utiliser.

Parmi les modèles les plus répandus dans la littérature, on trouve le modèle TAM, "Technology Acceptance Model" (Davis, 1986), et ses versions récentes TAM-2 et TAM-3 ou Extended TAM, ainsi que le UTAUT, "Unified Theory of Acceptance and Use of Technology" (Venkatesh et al., 2003), et ses versions récentes UTAUT-2 et UTAUT-3 ou Extended UTAUT. Le modèle TAM proposé par Davis (1986) comprend deux facteurs centraux explicatifs de l'acceptabilité et de l'usage d'une technologie : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. L'utilité perçue y est décrite comme le "degré de croyance d'une personne selon lequel l'utilisation d'une certaine technologie va améliorer ses performances". Dans un contexte d'apprentissage, un outil numérique perçu par un étudiant comme rendant un cours plus intéressant ou plus efficace en termes de transmission du contenu pourrait être perçu comme utile. Voici un exemple d'item évaluant ce facteur : "Je trouve le système utile dans mon travail/apprentissage" (Venkatesh et Bala, 2008).

La facilité d'utilisation perçue est définie comme le "degré de croyance d'une personne selon laquelle l'utilisation d'une technologie sera sans effort". Si la personne pense pouvoir apprendre à se servir d'une technologie sans difficulté d'apprentissage, elle considérera la technologie comme facile à utiliser. Dans ce modèle, la facilité d'utilisation perçue aura également une influence sur l'utilité perçue. Voici un exemple d'item évaluant ce facteur : "Je trouve que le système numérique est facile à utiliser." (Venkatesh et Bala, 2008).

L'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue influencent toutes deux l'attitude vis-à-vis de la technologie, c'est-à-dire le sentiment positif ou négatif qu'à l'utilisateur vis-à-vis d'une technologie (facteur non présent dans le modèle d'origine). Cette attitude va avoir un effet sur l'intention d'utilisation (exemple d'item : "Étant donné que j'ai accès au système, je prédis que

je l'utiliserai"), elle-même influençant l'utilisation réelle (exemple d'item : "En moyenne, combien de temps passez-vous sur le système chaque jour ?").

Alors qu'à l'origine, le modèle de la TAM incluait un nombre restreint de facteurs dits extérieurs pouvant influencer l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue (l'un ou l'autre en fonction des facteurs), les modèles récents comme la TAM 3 en incluent un très grand nombre (ex : auto-efficacité avec l'informatique¹⁰, les normes subjectives¹¹, plaisir perçu d'utilisation, etc.) (voir Figure 1.7).

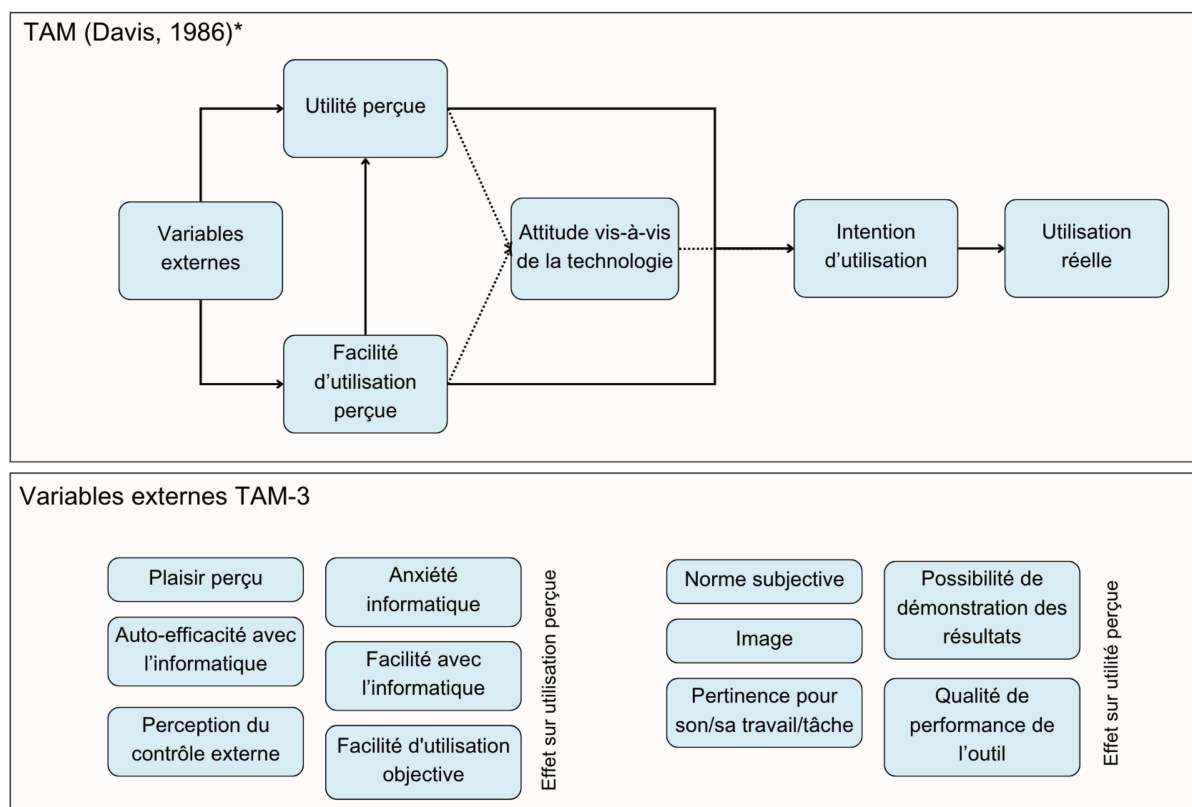


Figure 1.7 : Adaptation du modèle TAM et variables externes du modèle TAM-3. * : l'attitude vis-à-vis de la technologie n'est pas présent dans le modèle original.

¹⁰ Degré avec lequel un individu croit avoir la capacité d'effectuer une tâche/un travail spécifique à l'aide de l'ordinateur (Compeau et Higgins, 1995).

¹¹ Niveau d'influence d'un individu par les personnes qui comptent pour lui pensant qu'il devrait ou ne devrait pas utiliser le système (Venkatesh et Davis, 2000).

Le modèle UTAUT, originellement conçu par Venkatesh et al. (2003) à partir de huit théories de l'acceptabilité, comprend trois facteurs déterminant directement l'intention d'utilisation d'une technologie : 1) la performance attendue, correspondant au facteur d'utilité perçue du modèle TAM ; 2) l'effort attendu correspondant à la facilité d'utilisation perçue ; 3) l'influence sociale correspondant aux normes subjectives dans le modèle TAM-3 (Figure 1.8).

Ce modèle inclut également la notion de "conditions facilitatrices", correspondant à "la propension qu'a un individu de croire que les infrastructures organisationnelles et techniques vont soutenir son utilisation du système" (Venkatesh et al., 2003) (ex : est-ce qu'une Université facilite la mise en place de l'apprentissage à distance).

Enfin, différentes variables modératrices font fluctuer ces différents effets : l'âge, le genre, l'expérience et le volontariat de l'utilisateur.

De nouveaux mécanismes seront proposés dans les différentes extensions proposées par les différents auteurs ayant utilisé le modèle TAM dans leurs propres travaux, menant à un modèle TAM-2 complétés par Venkatesh et al. (2016) : 1) des mécanismes dits exogènes (ex : auto-efficacité avec l'informatique) (Chiu et Wang, 2008) ; 2) des mécanismes dits endogènes (ex : l'implication) (Shibl et al., 2013) ; 3) de nouveaux mécanismes de modérations (ex : niveau d'éducation) (Niehaves et Plattfaut, 2010) ; 4) et de nouveaux mécanismes de résultats (ex : performance individuelle) (Sun et al., 2009).

Récemment, Granić et Marangunić, (2019) ont réalisé une revue systématique de la littérature sur l'usage du modèle TAM (en incluant des méta-analyses, des revues systématiques et des travaux de recherches) dans le domaine de l'éducation. Leurs travaux ont permis de montrer que le modèle TAM dans le domaine de l'éducation est utilisé à travers le monde entier, avec environ 30 pays représentés. De plus ce modèle est utilisé pour évaluer l'acceptation de nombreuses technologies spécifiques pour l'apprentissage telles que les systèmes de gestion de l'apprentissage du cours (ex : Moodle), l'apprentissage en ligne, les logiciels de visioconférence, les environnements virtuels à visée éducationnelle, l'apprentissage sur smartphone ou même les plateformes multimédias pouvant être utilisées pour l'apprentissage telles que YouTube ou Vimeo.

Dans ces travaux, l'utilité perçue de la technologie d'apprentissage a été identifiée comme le facteur le plus prédictif de l'utilisation réelle du dispositif d'apprentissage (Siegel et al., 2017 ; Poellhuber et al., 2018) et était reliée à la satisfaction (Al-hawari et Mouakket, 2010 ; Nagy, 2018) et à la motivation d'apprentissage (Hsu, 2012).

Nous verrons plus en détail le rôle de certains facteurs lors des chapitres consacrés à l'apprentissage à distance et à l'apprentissage gamifié (Chapitres 2 et 3).

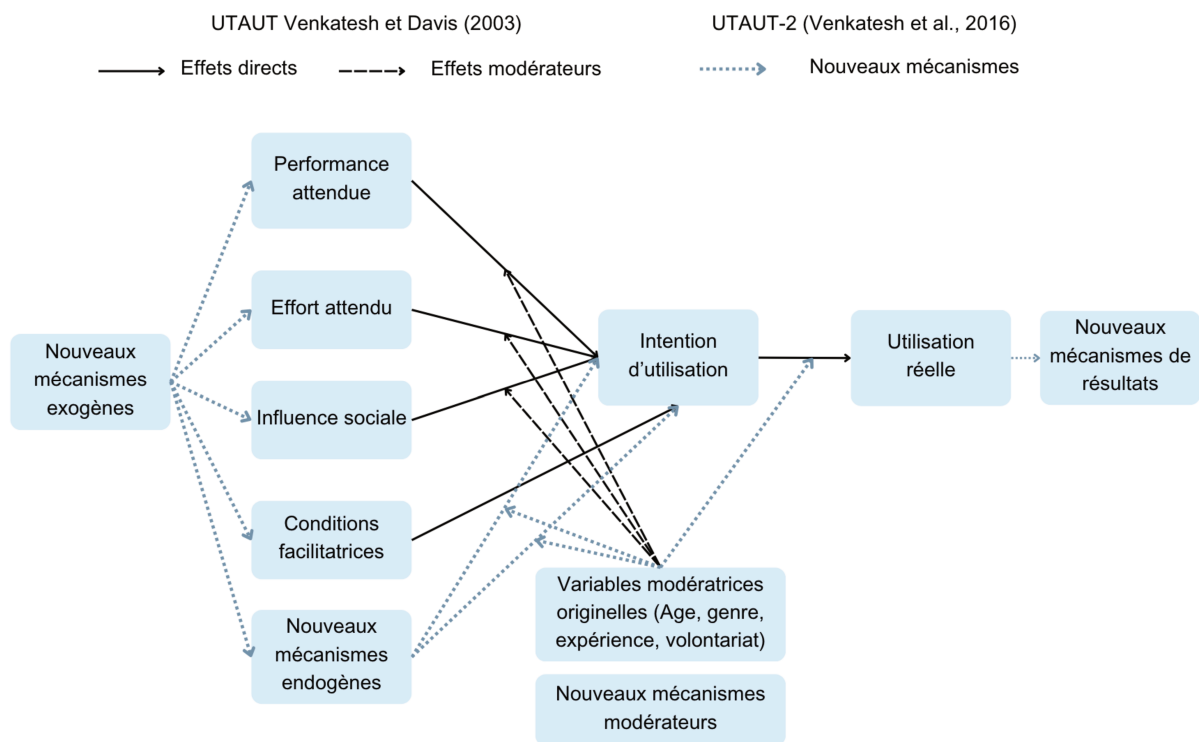


Figure 1.8 : Adaptation des modèles UTAUT et UTAUT-2 de Venkatesh et Davis (2003) et Venkatesh et al. (2016).

Ainsi, la notion de réussite académique est évidemment complexe, multidimensionnelle, mobilisant des niveaux d'appréciations variables selon les systèmes d'éducation, selon les personnes et leurs aspirations, etc. Dans ma thèse, cette notion a été appréhendée au regard de différents marqueurs de la réussite dits cognitifs (ex : acquisition de connaissances, moyenne générale, etc.), affectifs (ex : satisfaction envers les cours, émotions ressenties, motivation, etc.) et comportementaux (ex : engagement, participation, TAM, etc.). En plus d'être le résultat de tout un ensemble de mécanismes académiques, ces marqueurs de réussite peuvent également être influencés par des facteurs propres à l'étudiant.

Les facteurs individuels impactant les marqueurs de la réussite académique

Intelligence

Historiquement, la recherche de prédicteurs de la performance académique a commencé par se concentrer sur les capacités cognitives et notamment sur l'intelligence (Vedel et Poropat, 2017). Il s'agit notamment des travaux de Binet et Simon (1916), montrant un lien entre les capacités cognitives individuelles des enfants et leurs résultats scolaires, et de ceux de Spearman (1904), visant à identifier un facteur d'intelligence générale, *g*, en appliquant l'analyse factorielle à des mesures de performances scolaires.

Depuis, l'intelligence, et son rôle dans la réussite académique ont fait l'objet de nombreuses études et théorisations, conduisant à une grande variété de modèles explicatifs.

Cattell (1963) a proposé une distinction fondamentale entre deux types d'intelligence : l'intelligence fluide et l'intelligence cristallisée. L'intelligence cristallisée est acquise à travers l'éducation et les expériences culturelles et dépend directement des connaissances antérieures de l'individu et de sa capacité à apprendre (Nisbett et al., 2012). En revanche, l'intelligence fluide, qui possède une composante génétique, concerne la capacité à résoudre des problèmes via le raisonnement abstrait non verbal et l'adaptation à divers contextes (Nisbett et al., 2012), reposant également sur les capacités d'apprentissage et de mémorisation (Amin et al., 2015). L'intelligence fluide est reconnue comme un des principaux prédicteurs de la réussite scolaire (Deary et al., 2007 ; Geary, 2011 ; Laidra et al., 2007 ; Verbitskaya et al., 2020).

Gardner (1985) a critiqué le concept d'intelligence générale en introduisant la théorie des intelligences multiples. Selon ce modèle, il existe plusieurs formes d'intelligence indépendantes mais interconnectées, qui s'enrichissent mutuellement : l'intelligence linguistique, logico-mathématique, spatiale, kinesthésique, etc., chaque personne ayant donc des scores variables sur chacune de ces échelles. Aujourd'hui, cette intelligence multiple est plutôt évaluée par la "Wechsler Adult Intelligence Scale IV" (WAIS-IV, Wechsler, 2008) et par la "Wechsler Intelligence Scale for Children V" (WISC-V, Raiford, 2018) à l'aide d'échelles de compréhension verbale, de mémoire de travail, de vitesse de traitement et de raisonnement perceptif (et de raisonnement fluide pour la WAIS-IV) (voir Figure 1.9). Ce sont les combinaisons des scores obtenus à ces différentes échelles qui permettent de former le score de Quotient Intellectuel (QI), échelle d'intelligence mondialement répandue.

Le facteur g est maintenant également divisé en sous-échelles dans la théorie des trois strates de Carroll (1993) : 1) la compréhension-connaissance (Gc) qui mesure l'étendue des connaissances acquises et la capacité à les utiliser pour raisonner ; 2) le raisonnement fluide (Gf) qui évalue la capacité à résoudre des problèmes nouveaux sans recours à des expériences passées ; 3) la connaissance quantitative (Gq) qui se concentre sur la manipulation des concepts mathématiques ; 4) les compétences en lecture et écriture (Grw) ; 5) la mémoire à court terme (Gsm), c.à.d. la capacité à retenir et à manipuler des informations immédiatement ; 6) la mémoire à long terme (Glr), correspondant à la récupération fluide d'informations stockées ; 7) le traitement visuel (Gv) qui désigne l'analyse et l'utilisation de schémas visuels ; 8) le traitement auditif (Ga) qui mesure la capacité à discriminer et traiter les sons ; 9) la vitesse de traitement (Gs) qui évalue la rapidité avec laquelle des tâches cognitives sont exécutées sous pression ; 10) le temps de décision/réaction/vitesse (Gt) qui reflète l'immédiateté avec laquelle un individu peut réagir à des stimuli ou à une tâche. (voir Figure 1.10).

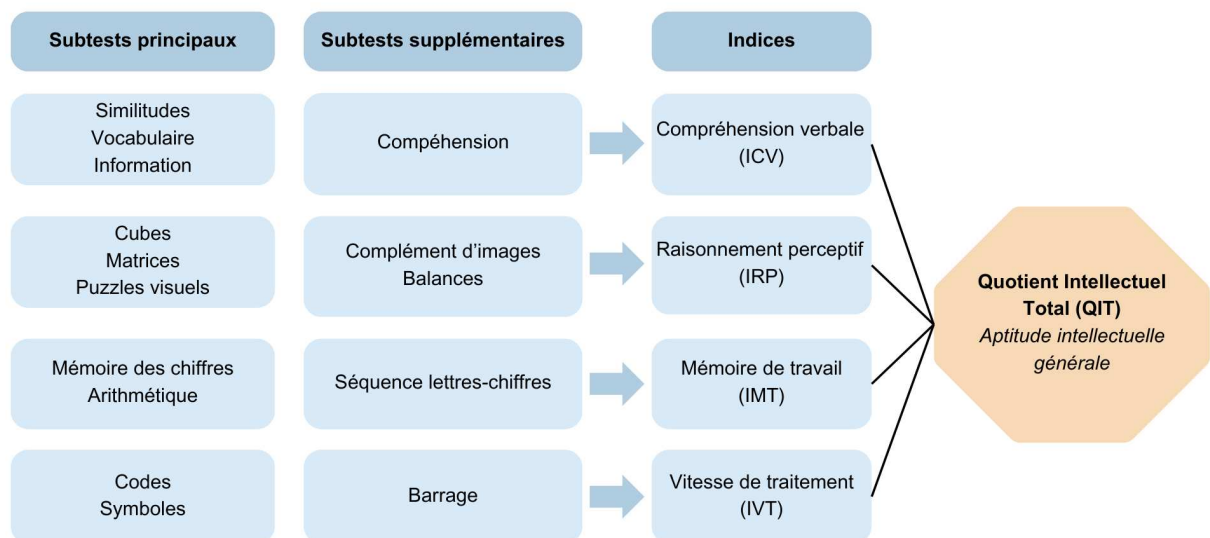


Figure 1.9 : WAIS-IV - Échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes - 4ème édition.

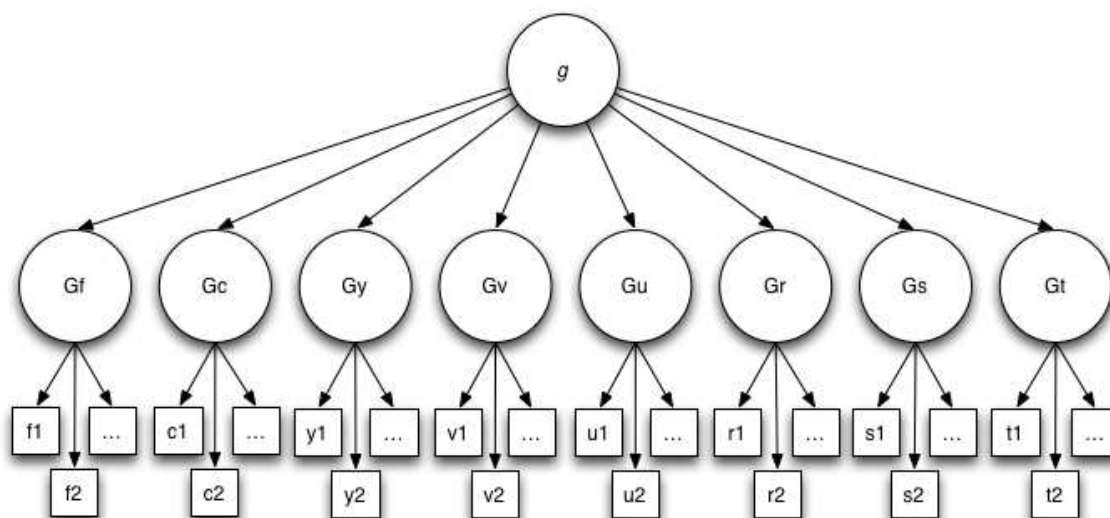


Figure 1.10 : Théorie de Cattell–Horn–Carroll (1993).

Enfin, d'autres auteurs ont modélisé des types d'intelligences moins basées sur les performances cognitives. L'intelligence émotionnelle, popularisée par Goleman (1996), est définie comme une série de compétences comprenant la reconnaissance, la compréhension et la gestion des émotions. Cette forme d'intelligence est également corrélée à la performance académique (Lozano-Blasco et al., 2022).

L'intelligence implicite, qui désigne la perception qu'un individu a de ses propres capacités intellectuelles, est également un type d'intelligence relié à la performance scolaire (Enea-Drapeau et al., 2017).

Bien qu'importantes, ces différentes échelles d'intelligence sont cependant moins reliées à la performance académique au niveau universitaire. Richardson et al. (2012), dans leur méta-analyse portant sur 50 facteurs individuels et marqueurs de la réussite reliés à la performance académique, ont montré que l'intelligence (générale g) était certes reliée à la performance académique ($r = 0.20 [0.16, 0.24]$; $k = 35$; $N = 7\ 820$), mais à des niveaux comparables à ceux des traits de personnalité (ex : conscienciosité, voir suite du chapitre), de la motivation intrinsèque, etc., et à des niveaux inférieurs à d'autres facteurs, comme l'auto-efficacité. Mais avant de discuter de ces autres facteurs individuels, nous allons présenter succinctement les travaux s'étant intéressés aux capacités cognitives de façon plus précises et à leurs liens avec la réussite académique.

Capacités cognitives (attention et mémoire)

Les capacités cognitives font référence à la capacité d'acquérir et d'utiliser des connaissances et comprennent des processus tels que l'attention, la mémoire, le langage, la capacité de raisonnement, etc. Les liens entre les capacités cognitives et les performances scolaires sont étudiés depuis longtemps en vue d'incorporer ces résultats pour adapter l'enseignement, pour remédier aux difficultés d'apprentissage et a fortiori favoriser la réussite académique (Peng et Kievit, 2020).

Le principal consensus théorique actuel postule l'existence d'une relation causale directe entre les aptitudes cognitives et les résultats scolaires. Des recherches récentes postulent également une relation bidirectionnelle entre les résultats scolaires et les capacités cognitives, qui s'influencent mutuellement tout au long du développement (Peng et Kievit, 2020). Ce consensus sur un lien direct entre les capacités cognitives (uni ou bidirectionnel) et les résultats scolaires se fonde sur de nombreuses études (Shi et Qu, 2021).

Xu et Li (2015) ont, par exemple, constaté que l'auto-évaluation par les étudiants ($n = 4\ 937$) de leurs capacités cognitives (c'est-à-dire l'attention, la mémoire et la capacité de raisonnement) était liée à leurs résultats scolaires. Rohde et Thompson (2007) ont également constaté que les capacités cognitives (mémoire de travail, vitesse de traitement et capacité spatiale) prédisent les résultats scolaires. En outre, Deary et al. (2007) ont établi une corrélation entre les capacités cognitives générales à l'âge de 11 ans et les résultats scolaires à l'âge de 16 ans chez plus de 70 000 élèves.

D'autres travaux ont montré que les capacités cognitives ont un impact sur les résultats scolaires dans le cadre de l'apprentissage à distance. Par exemple, Chen et Wang (2018) ont montré qu'un taux plus élevé d'attention soutenue (mesuré par un système de casque EEG pendant les cours) prédit de meilleurs résultats scolaires dans un cours d'anglais à distance. Tout comme pour l'intelligence, il est également important de noter que de nombreuses études ont montré que la relation entre les capacités cognitives générales et les résultats scolaires est élevée à l'école primaire, mais qu'elle diminue au lycée et à l'Université (Poropat, 2009). Cette variation avec l'âge dépend également du type de capacité cognitive étudié (Peng et Kievit, 2020), ce qui implique des mécanismes explicatifs complexes.

Des recherches ont montré que des traits de personnalité peuvent être associés à des profils cognitifs particuliers. Par exemple, certains auteurs ont montré que chez les collégiens, un niveau élevé d'ouverture d'esprit, de conscienciosité et d'agréabilité permettait de prédire de

meilleures performances sur certaines mesures de la cognition telles que des tâches évaluant les capacités cognitives (Rikoon et al., 2016). Sutin et al. (2021) ont même montré dans leur étude longitudinale que des niveaux élevés d'ouverture d'esprit, de conscienciosité ou d'extraversion et un faible niveau de névrosisme à l'âge de 16 ans prédisaient des capacités cognitives à long terme supérieures (mémoire épisodique, fluidité verbale, etc.) à l'âge de 46 ans.

Comme nous l'avons vu, les capacités cognitives semblent donc avoir un rôle important sur la réussite académique des étudiants. Cependant deux de ces capacités retiendront particulièrement notre intérêt dans cette thèse : l'attention et la mémoire.

Tout d'abord l'attention est définie comme le processus permettant à l'individu la sélection d'une information et son maintien dans la conscience (James, 1980 ; Voscaroudis, 2010). Van Zomeren & Brouwer, (1994) distinguent plusieurs formes d'attention : 1) l'alerte phasique, correspondant à des changements rapides en réponse à un signal d'alerte ; 2) la vigilance correspondant au maintien volontaire de l'attention permettant de réagir à des variations lentes de stimuli sur la durée ; 3) l'attention soutenue, correspondant au maintien de l'attention sur un stimulus précis dans la durée 4) l'attention sélective permettant la sélection d'informations pertinentes pour traiter le stimulus d'intérêt et inhiber des distracteurs ; 5) l'attention divisée permettant la répartition des ressources attentionnelles sur plusieurs stimuli en même temps. L'ensemble de ces aptitudes attentionnelles sont nécessaires pour se focaliser sur l'apprentissage (Dehaene, 2020). Différents tests objectifs informatisés existent pour évaluer ces différentes capacités attentionnelles, comme les "Test of Attentional Performance" (TAP, basé sur les travaux de van Zomeren et Brouwer, 1994, et Posner et Raichle, 1994). Plus facilement utilisables, des échelles évaluant la méta-attention, c'est-à-dire l'aptitude d'un individu à évaluer ses propres capacités attentionnelles, existent également comme la "Mindful Attention Awareness Scale" (MAAS, exemple item : "J'oublie le nom d'une personne presque aussitôt qu'on me l'a dit pour la première fois.") (Brown et Ryan, 2003) ou l'échelle "Act with Awareness items" issue du "The Kentucky Inventory of Mindfulness Skills" (exemple d'item : "Quand je fais quelque chose, je suis seulement concentré sur ce que je fais, rien d'autre.") (Baer, 2003).

Une autre capacité cognitive centrale à l'apprentissage est la mémoire. Groot, Chase et Simon dans les années 80 ont montré que la mémoire, notamment à long terme, était le facteur clé de la performance de joueurs d'échecs en comparaison à des joueurs occasionnels (notamment en étudiant des milliers de parties durant de nombreuses années) (Getz, 1996). Ces résultats

obtenus avec des joueurs d'échecs ont été étendus à divers domaines pertinents sur le plan éducatif, tels que la compréhension et la mémorisation de textes, la conception de logiciels, la résolution de problèmes mathématiques, etc. (Chiesi et al., 1979 ; Egan et Schwartz, 1979 ; Jeffries et al., 1981 ; Sweller et Cooper, 1985). Dans son cursus académique, notamment à l'Université, un étudiant a donc nécessairement développé ses capacités de mémoire à long terme, c'est-à-dire de stockage de l'information, ainsi que la possibilité de réemployer ses connaissances pour la résolution de différents problèmes, ce qui est rendu possible par la mémoire de travail.

La mémoire de travail peut se mesurer à l'aide de différents tests, allant de tâches d'empan inversés, en passant par la tâche informatisée de la TAP (Posner et Raichle, 1994 ; van Zomeren et Brouwer, 1994). Tout comme pour l'attention, certains questionnaires proposent également d'évaluer la méta-mémoire, c'est-à-dire l'aptitude d'un individu à évaluer ses propres capacités de mémoire. Par exemple, le questionnaire d'auto-évaluation des systèmes de mémoire ("Self-evaluation of Memory Systems Questionnaire" en anglais, SMSQ) (Tonkovic et Vranić, 2011) contient différentes échelles de mémoire avec une bonne cohérence interne (évaluation subjective : $\alpha = 0,85$; mémoire épisodique : $\alpha = 0,83$; mémoire des nombres : $\alpha = 0,81$; mémoire visuospatiale : $\alpha = 0,74$; rappel : $\alpha = 0,78$). Il a été testé sur différentes populations, notamment des étudiants (Tonkovic et Vranić, 2011).

Les capacités d'attention et de mémorisation sont donc des facteurs importants à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la réussite académique des étudiants.

Traits de personnalité et modèle du Big-5

Alors que l'exploration historique des facteurs influençant la réussite académique s'est d'abord centrée sur les capacités cognitives, et en particulier sur l'intelligence, des travaux parallèles ont également été menés sur les facteurs non cognitifs (Webb, 1915 ; Vedel et Poropat, 2017). Parmi ces facteurs non cognitifs, la personnalité des étudiants a été un des premiers facteurs pris en compte, notamment par le développement de nombreux modèles ayant cherché à identifier les mots les plus en lien avec la notion de personnalité à l'aide d'analyses factorielles (Cattell, 1943 ; Eysenck, 1985 ; Goldberg, 1993 ; Guilford, 1975 ; McCrae et Costa, 1985).

Les caractéristiques et les effets des traits de personnalité ont été largement étudiés dans divers contextes de recherche (ex : la santé, la réussite professionnelle, les relations amoureuses, etc.). Dans le domaine académique, le but est d'examiner leurs liens avec certains facteurs clés de la réussite et de la performance académique. Une prédiction précise des effets des traits de

personnalité sur le performance académique (notes, acquisition de connaissances, etc.) a des implications importantes : 1) prédire qui réussira bien et qui réussira moins bien dans un programme académique ; 2) orienter les étudiants vers des disciplines et des programmes dans lesquels ils ont le plus de chances de réussir ; 3) permettre aux éducateurs de développer des programmes académiques équitables, qui peuvent compenser les faiblesses connues d'un étudiant ou se baser sur ses forces (O'Connor et Paunonen, 2007).

Aujourd'hui, le modèle de la personnalité le plus fréquemment utilisé dans le domaine de la réussite académique est le modèle à cinq facteurs ("Five-Factor Model" en anglais), ou "Big Five" (Vedel et Poropat, 2017). Comme indiqué par son nom, ce modèle englobe la personnalité humaine en cinq traits.

Ces cinq grands traits de personnalité sont traditionnellement constitués par l'ouverture d'esprit (personne avec un degré de curiosité intellectuelle, de créativité et de préférence pour la nouveauté et la variété), la conscienciosité (personne avec une tendance à faire preuve d'autodiscipline, de planification et d'organisation), l'extraversion (personne ayant tendance à varier les activités, à aimer la sociabilité et ayant tendance à rechercher la stimulation en compagnie d'autres personnes, ainsi qu'à exprimer des émotions positives), l'agréabilité (personne ayant tendance à être prosocial et coopératif avec les autres) et le névrosisme (personne ayant tendance à avoir plus de vulnérabilité aux émotions désagréables telles que l'anxiété, la colère et la dépression). Ainsi, selon le modèle du Big-5, chaque personne possède un score plus ou moins élevé sur chacune des cinq échelles le composant.

De nombreuses échelles ont été développées pour évaluer le BIG-5, les plus répandues étant : le "Big Five Inventory" (BFI) (John et al., 1991), le "Big Five Questionnaire" (BFQ) (Caprara et al., 1993), le "International Personality Item Pool" (IPIP) (Goldberg et al., 2006), le "Mini-Markers" (Saucier, 1994), le "NEO Five-Factor Inventory" (NEO-FFI) (Costa et McCrae, 1992) et le "NEO Personality Inventory – Revised " (NEO-PI-R ; Boyle et al., 2008).

Dans la version française de l'Inventaire du Big Five, (Big Five Inventory French, "BFI-Fr") (Plaisant et al., 2010) : 1) la conscienciosité est évaluée avec des items du type "Je me vois comme quelqu'un qui "fait des projets et les poursuit" ou "a tendance à être désorganisé" (item inversé) ; 2) l'extraversion est évaluée par des items comme "Je me vois comme quelqu'un qui est sociable, extraverti" ou "à une forte personnalité, s'exprime avec assurance" ; 3) l'ouverture d'esprit est évaluée avec des items comme "Je me vois comme quelqu'un qui s'intéresse à de nombreux sujets" ou "est créatif, plein d'idées originales" ; 4) l'agréabilité est évaluée avec des

items comme "Je me vois comme quelqu'un qui a tendance à critiquer les autres" (item inversé) ou "est indulgent de nature" ; 5) le névrosisme est évalué par des items du type "Je me vois comme quelqu'un qui se tourmente beaucoup" ou "est facilement anxieux".

De nombreuses méta-analyses tendent à montrer que la conscienciosité et l'ouverture d'esprit sont les traits les plus liés à la performance scolaire, rivalisant même avec des facteurs cognitifs tels que l'intelligence (Poropat, 2009 ; Richardson et al., 2012 ; Vedel, 2014). Les étudiants plus hauts en conscienciosité obtiennent également des scores plus élevés sur d'autres marqueurs de la réussite académique, tels que la persévérance, la motivation avec un objectif de performance, l'assiduité en cours et l'utilisation de stratégies d'apprentissage d'autorégulation (Vedel et Poropat, 2017), ainsi qu'en terme d'autodiscipline, de recherche de la réussite et de sens du devoir (Costa et McCrae, 1992 ; McCrae et Costa, 1985). Pour leur part, les individus qui obtiennent un score plus élevé en matière d'ouverture d'esprit ont tendance à rechercher et à apprécier des activités nouvelles et stimulantes sur le plan cognitif, pouvant se traduire par une amélioration de leurs capacités cognitives et une accumulation de connaissances (Vedel et Poropat, 2017). En outre, les étudiants ayant un niveau élevé de conscienciosité et d'ouverture d'esprit ont également tendance à avoir une approche plus approfondie de l'apprentissage (ils cherchent un sens au matériel qu'ils étudient et relient ces idées à d'autres expériences et idées avec une approche critique) (Richardson et al., 2012).

Les recherches sur les traits de personnalité agréabilité et extraversion ont également montré un effet positif de ces facteurs sur les performances académiques, bien que ces effets soient plus faibles au niveau universitaire qu'au niveau primaire et secondaire (Vedel et Poropat, 2017). Certains auteurs ont souligné que certaines aptitudes des extravertis, telles que leurs bonnes compétences sociales et leur engagement actif, peuvent être responsables d'une meilleure performance académique, en particulier pour les travaux impliquant une interaction fréquente avec les enseignants ou les pairs. De leur côté, les étudiants ayant des scores élevés d'agréabilité ont tendance à passer plus de temps sur leurs devoirs et à moins procrastiner, ce qui peut expliquer en partie ces effets sur les performances scolaires. Concernant l'extraversion, il est tout de même important de noter que certains travaux montrent plutôt un effet neutre voir négatif sur la performance académique (Richardson et al., 2012). En effet, les étudiants concernés sont également motivés pour passer du temps avec des amis, participer à des soirées et des événements, explorer l'environnement social, etc. (Bernard, 2010), ce qui peut impacter les révisions et l'assiduité académique.

Enfin, le névrosisme est plutôt identifié comme n'ayant pas de relation avec la performance académique (Richardson et al., 2012 ; Vedel, 2014), certaines études trouvant des associations négatives avec la performance académique (Chamorro-Premuzic et Furnham, 2003) et d'autres des associations positives (Čuljak et Mlačić, 2014). Ces résultats hétérogènes peuvent s'expliquer par différentes raisons. Le névrosisme est associé à l'amotivation scolaire, à l'anxiété, au sentiment de découragement à l'égard de la scolarité (Clark et Schroth, 2010 ; Komarraju et al., 2011 ; Komarraju et Karau, 2005), mais aussi à une orientation vers l'obtention de bonnes notes (Komarraju et Karau 2005). Alors que l'amotivation et le sentiment de découragement sont plutôt reliés à des facteurs dits désactivant conduisant à de moins bons résultats académiques (Pekrun et al., 2017), l'orientation vers l'obtention de bonnes notes est une stratégie d'apprentissage efficace pour améliorer les performances comme vue précédemment (Richardson et al., 2012). Si, l'amotivation prend le dessus, les résultats académiques de l'étudiant pourront être impactés négativement alors que l'inverse se produira si la stratégie vers l'obtention de bonnes notes domine.

Ainsi, la personnalité est un facteur individuel important à prendre en compte dans l'évaluation de la réussite académique.

Motivation

Comme nous l'avons vu dans le chapitre consacré aux marqueurs de la réussite, la motivation est un concept complexe pouvant à la fois être perçu comme la résultante du processus d'apprentissage académique, mais également comme un facteur influençant l'implication de l'étudiant dans son apprentissage. Nous avons donc décidé de présenter la motivation en tant que marqueur affectif de la réussite dans la partie consacrée dans ce chapitre, mais ce facteur peut également être considéré comme un facteur individuel.

Autres facteurs individuels : Âge, Genre et facteurs socio-économiques

D'autres facteurs individuels seront utilisés dans cette thèse et ont été étudiés en tant que facteurs pouvant influencer la réussite académique, et notamment la performance académique. Richardsdon et al. (2012) ont montré que le fait d'être plus âgé était légèrement relié à une meilleure performance académique à l'Université ($r = 0.08$ [0.03, 0.13] ; $k = 17$; $N = 42\,989$), ce qui peut s'expliquer notamment par une augmentation des capacités à s'adapter avec l'âge.

Les étudiants avec un statut socio-économique plus élevé ont également de meilleures chances de performer ($r = 0.11$ [0.08, 0.15] ; $k = 21$; $N = 75\ 000$). De nombreuses études ont également montré que les étudiants dont les parents n'ont pas de diplôme d'études supérieures persévèrent moins que les autres dans leurs études (Sibulkin et Butler, 2005 ; Yakaboski, 2010).

Enfin, le fait d'être une femme est également relié à de meilleures performances académiques ($r = 0.09$; $k = 21$; $N = 6\ 176$). Ce résultat peut en partie s'expliquer par le fait que les femmes ont de plus hauts scores de conscienciosité (Plaisant et al., 2010). Les hommes sont également plus nombreux à redoubler, optant alors plus souvent pour une réorientation ou l'abandon de leurs études (Duguet et al., 2016). De plus, les femmes envisagent leurs études comme une priorité et sont donc davantage engagées que les hommes qui préfèrent (pour certains évidemment !) faire la fête ou s'investir dans des activités sportives (Duguet et al., 2016). Le genre peut également influencer le choix des études. En effet, les adolescentes déclarent notamment plus d'anxiété et de honte liées aux mathématiques, et moins de plaisir, que les adolescents, probablement dû au fait que les filles pensent qu'elles sont moins compétentes en mathématiques (Goetz et al., 2013), ce qui peut donc limiter leur orientation vers des filières scientifiques. En effet, alors que les femmes représentent 54% de l'ensemble des étudiants dans l'enseignement supérieur en 2021, elles représentent moins de 30% dans les formations d'ingénieurs et environ 40% dans les Universités de sciences (INSEE, 2023).

Chapitre 2 - L'impact des outils numériques sur les marqueurs de la réussite académique : L'apprentissage à distance synchrone à l'Université

Résumé du chapitre

Ce chapitre présente une revue de la littérature de l'apprentissage à distance, notamment dans l'enseignement universitaire. La première partie consistera à définir les différents types d'apprentissage à distance existants, puis à décrire l'histoire de leur apparition et de leur utilisation au cours des évolutions pédagogiques et technologiques. Un focus sera notamment fait sur la situation particulière lors de la pandémie de Covid-19.

La seconde partie présentera les différents effets de l'apprentissage à distance (synchrone et asynchrone) sur les marqueurs cognitifs, affectifs et comportementaux de la réussite académique. Dans cette seconde partie, nous nous intéresserons notamment aux travaux de recherche ayant cherché à étudier : 1) les différences d'effets entre enseignement à distance et en présentiel sur les marqueurs de la réussite académique ; 2) les différences spécifiques entre l'enseignement asynchrone et synchrone sur les marqueurs de la réussite académique ; 3) les facteurs impactant les effets de l'apprentissage à distance (adoption institutionnelle, niveaux/disciplines, facteurs individuels).

Articles connexes à ce chapitre

Voir Chapitre 6 - Étude de l'apprentissage à distance synchrone et de son impact sur les marqueurs de la réussite académique.

Article n°1 : Mieux comprendre les facteurs de réussite de l'apprentissage à distance synchrone : une analyse en composantes principales.

Article n°2 : L'influence du Big-5 sur la performance académique : effets médiateurs et modérateurs des interactions étudiant-enseignant et des capacités cognitives.

Article n°3 : Différences entre l'apprentissage en présentiel et l'apprentissage à distance synchrone sur les marqueurs de réussite cognitifs, comportementaux et affectifs.

Définition de l'apprentissage à distance

L'apprentissage à distance est un apprentissage planifié où l'enseignement (i.e. le cours dispensé par un professeur "émetteur") se déroule dans un lieu différent de l'apprentissage (i.e. le cours suivi par un étudiant "récepteur"), nécessitant une communication par le biais de technologies et d'une organisation institutionnelle spéciale (Siemens et al., 2015). Deux types d'apprentissage à distance sont distingués dans la littérature : l'apprentissage à distance synchrone et l'apprentissage à distance asynchrone. Lorsque l'enseignement ("émetteur") et l'apprentissage ("récepteur") ont lieu dans des endroits différents (et sont donc à distance) mais au même moment, on parlera d'apprentissage à distance synchrone ("synchronous" en anglais). Si l'enseignement et l'apprentissage ont lieu dans des endroits différents et à des moments différents (ex : cours en ligne de type MOOC) on parlera d'apprentissage à distance asynchrone ("asynchronous" en anglais). Cette dernière modalité d'apprentissage est également appelée e-learning ou apprentissage en ligne ("online learning" en anglais), même si ces termes sont parfois également employés pour désigner l'enseignement à distance synchrone (Siemens et al., 2015).

En couplant cette notion de synchronicité avec la notion de modalité d'apprentissage, c'est-à-dire la façon dont est transmis un enseignement (réelle/en ligne), certains auteurs ont alors pu classer l'ensemble des environnements d'apprentissage en 4 catégories (Ebner et Gegenfurtner, 2019). La Figure 2.1 présente des exemples types de ces catégories. Un enseignement en présentiel synchrone désigne donc un enseignement traditionnel avec un enseignant présent devant ses élèves, ou ses étudiants, dans une salle de cours. La transmission de cours par des voies non-virtuelles, comme La Poste, entre un étudiant et un enseignant désignera donc un apprentissage asynchrone réel. Les enseignements à distance synchrones (visioconférences, classes virtuelles synchrones) et asynchrones (MOOC, Système de Gestion de l'Apprentissage, Learning Management Systems - LMS - en anglais, ex. : Moodle) peuvent également être positionnés dans cette représentation. Enfin, un mélange de ces types de pratique pourra désigner un enseignement hybride, même si nous reviendrons sur des définitions plus précises de ce type d'enseignement par la suite.

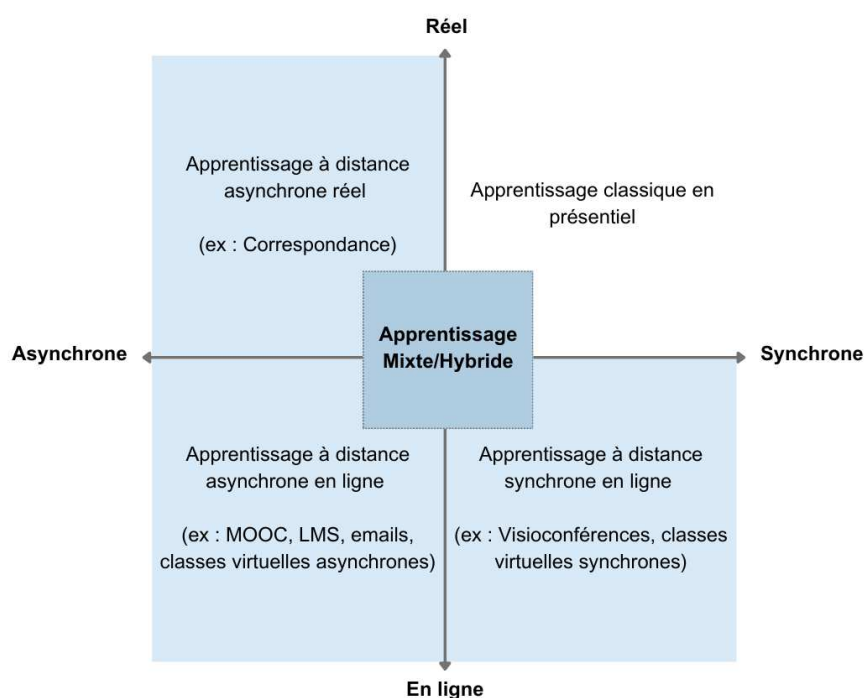


Figure 2.1 : Représentation des différents environnements d'apprentissage en fonction de leur synchronicité (asynchrone/synchrone) et de leur modalité (réelle/virtuelle).

Historique de l'apprentissage à distance

Les différentes formes d'apprentissage à distance que nous connaissons aujourd'hui sont le résultat de l'émergence de nouvelles théories de l'apprentissage qui ont évolué conjointement avec le développement des technologies de la communication. Ainsi, la littérature scientifique aborde l'histoire de l'apprentissage à distance plutôt en fonction des différentes théories de l'apprentissage (Siemens et al., 2015), de l'évolution technologique (Anderson et Simpson, 2012 ; Taylor, 2001) ou d'une analyse socio-culturelle (Mood, 1995 ; Sumner, 2000). Selon l'approche suivie, l'apprentissage à distance est présenté comme ayant traversé trois (Anderson et Dron, 2011 ; Anderson et Simpson, 2012 ; Sumner, 2000) ou cinq générations (Taylor, 2001). L'approche de l'apprentissage à distance en trois générations étant la plus fréquente, c'est celle-ci que nous développerons ici.

Apprentissage à distance de 1ère génération

Bien que certains historiens du domaine affirment que la peinture rupestre ou les lettres de Saint Paul aux Corinthiens pourraient être considérées comme les premières formes d'apprentissage à distance, son sens commun prend naissance avec l'émergence des services postiers (Mood, 1995 ; Sumner, 2000). La première génération d'apprentissage à distance repose donc, de façon consensuelle, sur l'utilisation de l'impression couplée au service postal (Anderson et Dron, 2011 ; Anderson et Simpson, 2012 ; Mood, 1995 ; Sumner, 2000 ; Taylor, 2001). Ainsi, la première trace d'aide à l'éducation remonte à 1728, quand le professeur Caleb Philips proposa par l'intermédiaire du "Boston Gazette" d'envoyer des leçons hebdomadaires de sténographie à de potentiels étudiants (Mood, 1995). Au cours du 18ème et 19ème siècle, l'apprentissage à distance va être utilisé pour permettre aux classes ouvrières et aux femmes d'avoir accès à l'éducation directement depuis leur domicile, avec par exemple la "Society to Encourage Studies at Home" de Anna Eliot Ticknor (Mood, 1995 ; Sumner, 2000). A la fin du 19ème siècle, ce type de pratique va s'institutionnaliser et de grandes Universités (ex : Oxford, Cambridge, etc.) vont également commencer à proposer des cours par correspondance.

Du point de vue pédagogique, l'apprentissage à distance de 1ère génération consistait en une approche behavioriste et cognitiviste de l'apprentissage. En effet, à distance, l'apprentissage par des cours obtenus par voie postale permettait des interactions étudiant-enseignant très limitées et il n'y avait pas d'interactions étudiant-étudiant (Anderson et Dron, 2011).

L'apprentissage à distance de 1ère génération a donc permis l'accès à l'éducation pour de nombreuses nouvelles personnes, apportant également une certaine souplesse à l'apprentissage (pas d'heures de cours imposées). Cependant, d'un point de vue pédagogique, la limitation des interactions sociales implique que "les modèles d'apprentissage behavioro-cognitiviste, bien qu'ils soient appropriés lorsque les objectifs d'apprentissage sont très clairs, évitent de traiter toute la richesse et la complexité des humains qui apprennent à être, par opposition à ceux qui apprennent à faire" (Anderson et Dron, 2011).

Apprentissage à distance de 2nd génération

La caractéristique majeure de l'apprentissage à distance de 2nd génération est la capacité à diffuser ("broadcast" en anglais) un enseignement par l'intermédiaire de la radio, de cassettes audios, puis de la télévision (Anderson et Simpson, 2012 ; Sumner, 2000). Ce nouveau type de

technologie va largement contribuer au développement de l'apprentissage à distance, avec une transmission plus simple et plus rapide de l'enseignement (Siemens et al., 2015).

Par exemple, dès 1928, la British Broadcasting Corporation utilisait la radio pour l'éducation des adultes. Par la suite, vont émerger de véritables structures universitaires permettant l'amélioration des services de soutien aux étudiants à distance, notamment avec la création en 1969 de l'Open University du Royaume-Uni (Mood, 1995). Cette pratique va être développée à travers le monde entier (États-Unis, Australie...), formant parfois des "méga-universités" à distance, pouvant compter des dizaines de milliers d'étudiants (Anderson et Simpson, 2012 ; Mood, 1995 ; Sumner, 2000). Cependant, avec cet apprentissage de 2nd génération, l'interaction entre l'enseignant et l'étudiant, ou entre les étudiants, est restée minimale, souvent limitée à une transmission unilatérale, du professeur vers l'étudiant (Anderson et Simpson, 2012 ; Sumner, 2000).

Apprentissage à distance de 3^{ème} génération

La 3^{ème} génération marque un tournant à la fois technologique, mais également pédagogique de l'apprentissage à distance. L'émergence d'internet, des e-mails, des systèmes de visioconférences, etc. va encore une fois faciliter l'enseignement à distance, en renforçant les interactions étudiant-enseignant, mais surtout, en permettant pour la première fois une interaction bi-directionnelle synchrone étudiant-étudiant (Anderson et Dron, 2011 ; Siemens et al., 2015). Ces innovations technologiques vont permettre la mise en place d'une nouvelle approche pédagogique dite socio-constructiviste. L'apprentissage n'est donc plus restreint à être exclusivement unidirectionnel avec une transmission du savoir descendante de l'enseignant à l'étudiant, mais devient un processus de construction de connaissances par les apprenants à travers leurs interactions sociales (Dewey, 1897 ; Piaget, 1959 ; Vygotsky, 1978).

En effet, les nouveaux dispositifs technologiques d'apprentissages à distance permettent aux étudiants d'interagir entre eux, et facilitent les interactions avec leurs enseignants.

Parmi les systèmes d'apprentissage à distance asynchrone, on retrouve principalement parmi les noms les plus cités les Learning Management System (LMS) ainsi que les Massive Open Online Courses (MOOC).

Les LMS sont des environnements en ligne composés dans lequel l'enseignant peut créer, stocker, réutiliser, gérer et présenter des contenus d'apprentissage numériques aux étudiants

(Kasim et Khalid, 2016). Parmi les LMS les plus connus, on retrouve par exemple Moodle, Blackboard, Sakai, Akutor, etc. (Kasim et Khalid, 2016). Moodle est sans doute le LMS open-source le plus populaire aujourd'hui, avec près de 100 000 sites enregistrés dans 229 pays (Turnbull et al., 2020). Ces environnements proposent souvent trois principaux types d'outils aux utilisateurs : des outils pour l'apprentissage (ex : activités de cours, des quiz, des évaluations en ligne, etc.), des outils pour la communication (ex : forums permettant de poser/répondre à des discussions, système de messagerie instantanée) et des outils de gestion de documents (ex : déposer des PowerPoint de cours, des consignes, les notes des étudiants, etc.) (Kasim et Khalid, 2016 ; Turnbull et al., 2020).

Les MOOC désignent quant à eux un contenu pédagogique vidéo, des vidéos, des ensembles de problèmes et des forums en libre accès, mondiaux et gratuits, diffusés par l'intermédiaire d'une plateforme en ligne à un grand nombre de participants désireux de suivre un cours ou d'être formés (Baturay, 2015). En plein essor, les MOOC sont proposés par plus de 1000 Universités en 2024, représentant environ 40 millions d'apprenants chaque année (Pickard et al., 2024). Ainsi, les MOOC désignent les contenus de cours en tant que tels et peuvent donc être gérés par l'intermédiaire de LMS (Veluvali et Suriseti, 2022).

Parmi les systèmes d'apprentissage à distance synchrone, les technologies caractéristiques employées pour l'enseignement sont les systèmes de visioconférence. Ces systèmes permettent aux étudiants et aux enseignants de communiquer en utilisant l'audio, la vidéo, le chat textuel, le tableau blanc interactif, le partage d'applications, les sondages instantanés, etc. comme s'ils se trouvaient face à face dans une salle de classe (Martin et al., 2021). Au total, c'est souvent plusieurs dizaines de personnes qui peuvent être accueillies en même temps dans ces environnements, la capacité d'accueil maximale pouvant atteindre le millier de participants pour certains logiciels. Certaines fonctionnalités récentes incluent également de l'intelligence artificielle afin de proposer, par exemple, de la reconnaissance de mouvements si un participant lève la main, l'affichage de "thumbs-up" (pouces levés) pour marquer son accord avec une question posée ou encore de permettre de réaliser le sous-titrage en direct de la discussion (Orellana et al., 2024). Parmi les technologies existantes et principalement utilisées, peuvent être citées de façon non exhaustive : Zoom, Blackboard Collaborate, Skype, Elluminate, Adobe Connect, Webex, etc. Comme nous le verrons dans la prochaine section, avec la pandémie de Covid-19, l'utilisation de ce type d'outils a explosé à travers le monde, devenant la technologie d'enseignement privilégiée par les enseignants (Hazard et Cavallès, 2020).

Un autre type d'outils d'enseignement à distance synchrone sont les environnements de réalité virtuelle à visée éducationnelle ou classes virtuelles. Ces environnements consistent en des mondes virtuels, principalement en 3 dimensions, pouvant prendre l'aspect de classes traditionnelles ou non, dans lesquels un enseignement peut être fourni (Mikropoulos et Natsis, 2011). Lorsque différents étudiants se connectent en même temps et suivent un cours d'un enseignant également connecté dans le monde virtuel, ce dernier peut être qualifié de classe virtuelle synchrone. Il est important de noter que certains chercheurs font aussi l'usage du terme "classes virtuelles synchrones" pour désigner non pas des environnements de classes en RV, mais les outils de visioconférences (Martin et al., 2014). Ces environnements virtuels peuvent également être proposés de façon asynchrone lorsque l'enseignant ayant désigné l'environnement le laisse à disposition des étudiants (Mikropoulos et Natsis, 2011). Ces environnements de réalité virtuelle à visée éducationnelle et leurs effets sur les différents marqueurs de la réussite académique seront développés dans le Chapitre 3.

Enfin, l'évolution de ces différentes technologies a permis aux professeurs de combiner des enseignements en présentiel et à distance au sein d'un même enseignement, donnant alors lieu à l'enseignement hybride (aussi appelés "blended learning", "mixed mode", ou "online-supplemented" en anglais). Compte tenu de la grande variété de combinaisons possibles, différents pourcentages de répartitions de cours à distance et en présentiel ont été utilisés pour qualifier un enseignement d'hybride. Certains auteurs ont considéré qu'un enseignement peut être qualifié d'hybride si 30 à 79% des heures d'apprentissages sont menées à distance (Allen et al., 2007 ; Allen et Seaman, 2003, 2004 ; Means et al., 2009, 2013). Pour d'autres auteurs, au moins 50% des heures d'apprentissage doivent être réalisées à distance (Bernard et al., 2014). Enfin, certains étendent même l'enseignement hybride à tout enseignement en présentiel durant lequel le professeur utilise également un LMS afin de fournir des contenus de cours, communiquer des informations aux étudiants, etc. (Bliuc et al., 2007).

Trois grandes variantes d'enseignements hybrides peuvent exister. La plus fréquemment utilisée par les enseignants est celle consistant à mener des cours en présentiel et à proposer du contenu partagé de façons asynchrones, par exemple sur des LMS (Bliuc et al., 2007). La seconde pratique, plus typique de l'enseignement hybride, est celle où une partie des cours sont menés en présentiel, avec du contenu à préparer ou à apprendre de façon asynchrone.

Enfin, la plus récente des pratiques est l'apprentissage hybride synchrone consistant à donner un enseignement de façon synchrone à la fois à des étudiants en présentiel, mais également à

des étudiants se trouvant à distance (Raes et al., 2020a, 2020b), souvent par l'intermédiaire de systèmes de visioconférence filmant à la fois l'enseignant, le tableau et la salle de classe (ex : Zoom Room).

Pandémie de Covid-19 : une mondialisation de l'apprentissage à distance

Compte tenu du lien étroit, et dorénavant inséparable, entre l'apprentissage à distance et la pandémie de COVID-19, il semble nécessaire de faire un bref état des lieux sur l'utilisation de cette pratique durant cette période. Cependant, il est important de noter que pour la suite de ce travail (par exemple dans la section portant sur les effets de l'apprentissage à distance sur les marqueurs de la réussite académique), les travaux évoqués n'auront pas été réalisés durant cette période particulière, sauf si cela est précisé dans le texte.

La pandémie de COVID-19 a provoqué la plus grande perturbation des systèmes éducatifs de l'histoire, affectant près de 1,6 milliard d'apprenants dans plus de 190 pays et sur tous les continents (United Nations, 2020). Les fermetures d'écoles et d'autres lieux d'apprentissage ont touché 94 % de la population étudiante mondiale, et jusqu'à 99 % dans les pays à revenu faible ou moyen inférieur (United Nations, 2020).

Parmi les solutions mises en place pour tenter de poursuivre l'enseignement malgré la fermeture des établissements scolaires, l'option de l'apprentissage à distance a été privilégiée par les différents pays à l'échelle mondiale (Figure 2.2). Parmi les pays européens ayant répondu à une enquête de l'UNESCO-UNICEF concernant les solutions envisagées pour leurs établissements, 100% des pays européens ont utilisé la stratégie de l'apprentissage à distance pour les niveaux primaires, collège et lycées, en l'adoptant comme source principale d'éducation devant la radio, la télé et l'envoi de documents papier. Cet usage de l'apprentissage à distance tombe à moins de 50% dans les pays à faible revenu, notamment dû à la fracture numérique présente dans ces pays, les personnes y vivant ayant un accès limité aux services domestiques de base, tels que l'électricité, un manque d'infrastructure technologique et d'accès à internet (moins de 50% de la population a accès à internet) et un faible niveau de culture numérique (à la fois chez les étudiants, les parents et les enseignants) (United Nations, 2020).

En France, Hazard et Cavallès (2020), inspecteurs généraux de l'éducation, du sport et de la recherche, ont mené une enquête auprès de 400 enseignants, qui a donné 326 réponses

exploitables (Premier degré : n = 107 ; Collège : n = 87 ; Lycée : n = 132), concernant leurs usages pédagogiques du numérique en situation pandémique durant la période de mars à juin 2020 (premier confinement). Les enseignants ont par exemple été questionnés sur 5 modalités de pratiques pédagogiques mises en place à distance durant cette période et devaient noter la fréquence à laquelle ils mettaient en place ces pratiques dans leurs cours (1 - Jamais ; 2 - Rarement ; 3 - Souvent ; 4 - Systématiquement). Les 5 pratiques étaient les suivantes : 1) Partage asynchrone de documents de cours suivi d'échanges directs et en présence des élèves ; 2) Classes virtuelles/présentations enregistrées et mises à disposition des élèves pour consultation libre ; 3) Contacts téléphoniques ; 4) Classes virtuelles synchrones ; 5) Échanges par courriel. La Figure 2.3 récapitule les résultats obtenus. De façon générale, ces 5 pratiques ont été jugées comme rarement ou souvent pratiquées, à l'exception de l'échange par courriel, quasiment systématiquement mis en place, et ce à tous les niveaux d'enseignements. Les enseignants du premier degré (1ère section de maternelle à CM2) sont 45% à avoir utilisé leur ENT durant la pandémie, 84% pour les enseignants du second degré (6ème à terminale).

Cet écart peut s'expliquer principalement par le fait que plus de 40% des enseignants du premier degré n'ont pas accès à un ENT (Hazard et Cavallès, 2020). Les enseignants déclarant avoir consacré plus de 50% de leur temps de travail à distance mené avec les élèves sous la forme d'une classe virtuelle synchrone sont à : 16% en maternelle (19 réponses), environ 21-22% au niveau primaire (71 réponses), environ 16-18% au niveau collège (85 réponses), environ 41-53% au lycée. Durant ces séances de cours en classe virtuelle synchrone, les pratiques pédagogiques les plus mises en place par les enseignants sont la mise en place de cours avec de nouvelles notions du programme, l'approfondissement de notions déjà rencontrées, la révision de notions déjà rencontrées, la résolution d'exercices en temps réel ainsi que l'analyse et la correction des productions d'élèves.

Différents travaux ont également cherché à étudier la mise en place de l'enseignement à distance au niveau universitaire. L'IAU (International Association of Universities) a par exemple récolté par questionnaire auprès de 424 Universités à travers le monde (111 pays différents) le nombre de cours ayant été remplacés par des enseignements à distance, obtenant des pourcentages élevés notamment en Europe et en Amérique (85% en Europe, 72% en Amérique du Nord/Sud, 60% en Asie/Pacifique et 29% en Afrique) (Marinoni et al., 2020). En France, selon le rapport intitulé "La vie d'étudiant confiné" réalisé par l'Observatoire National de la vie Etudiante (OVE) en 2021 et ayant obtenu la réponse de 6130 étudiants, pendant le

premier confinement, 73,4% des étudiants ont maintenu un échange à distance avec leurs enseignants, 73,6 % avaient des documents ou supports de cours mis à disposition (ex : via un LMS) et 62,5% ont eu des cours ou réunions de travail en visioconférence.

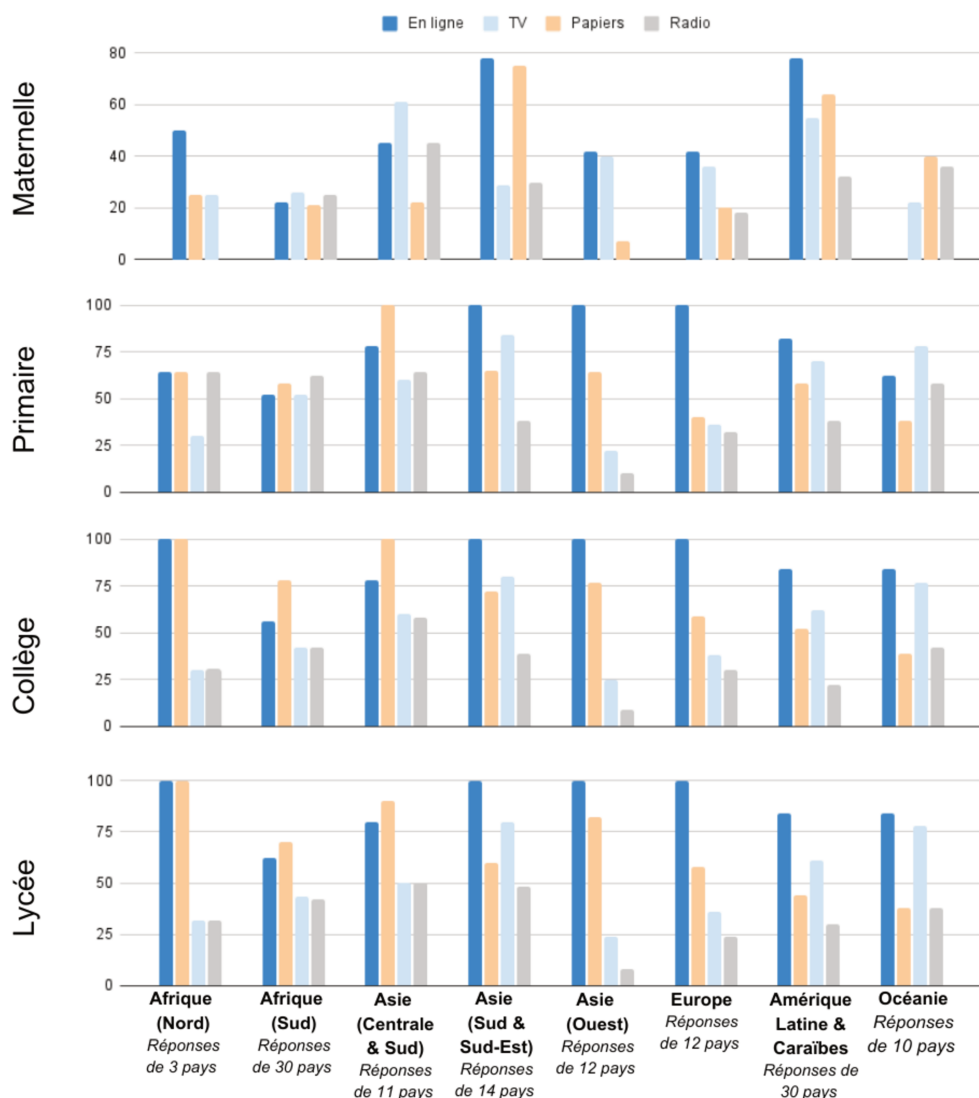


Figure 2.2 : Pratiques pédagogiques mises en place par les différents pays durant la période de confinement de Mai à Juin 2020. Image générée à partir de la base de données de l'UNESCO-UNICEF : <http://tcg.uis.unesco.org/survey-education-covid-school-closures>.

Note : La France ne fait pas partie des pays ayant répondu à ce sondage.

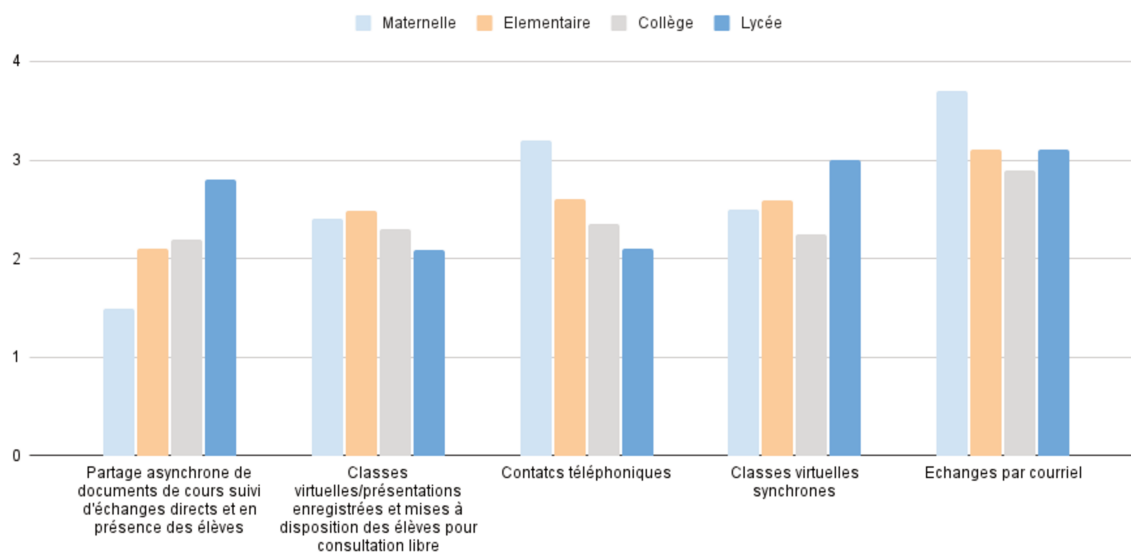


Figure 2.3 : Moyennes des réponses à la question "Quelle(s) modalité(s) avez-vous mise(s) en place" (1 : jamais, 2 : rarement, 3 : souvent, 4 : systématiquement) adaptée de "Les usages pédagogiques du numérique en situation pandémique durant la période de mars à juin 2020" (Hazard et Cavallès, 2020).

Ainsi, la pandémie de COVID-19 a bel et bien bouleversé les pratiques d'enseignement traditionnelles à tous les niveaux d'études et à travers le monde entier, obligeant une grande partie des enseignants à se tourner vers des pratiques d'enseignement à distance, notamment les cours synchrones par visioconférence.

Effet de l'apprentissage à distance sur les marqueurs de la réussite académique

Comparaison entre apprentissage à distance et apprentissage en présentiel

Dès la fin des années 90, de nombreux chercheurs ont eu pour objectif de tester l'efficacité de l'apprentissage à distance. Dans un premier temps, ces travaux ont cherché à comparer l'effet de l'apprentissage à distance (de manière indiscriminée, mais principalement asynchrone) sur les marqueurs cognitifs (performance académique : notes, moyennes générales) et affectifs (satisfaction) de la réussite académique, en comparaison avec l'apprentissage en présentiel. Au cours des années 2000, de très nombreuses méta-analyses et revues systématiques ont cherché à avoir une analyse globale de ces résultats, concluant que l'enseignement à distance est un peu plus efficace (Shachar et Neumann, 2003, $d = 0.37$, $k = 86$, $N = 15\ 000$; Allen et al., 2004, $r = 0.05$, $k = 39$, $N = 71\ 731$; Williams, 2006, $d = 0.15$; $k = 25$; $N = 2\ 702$), ou au moins aussi efficace que l'enseignement traditionnel en classe (Machtmes et Asher, 2000, $ES = -0.01$; $k = 10$; $N = 1426$; Bernard et al., 2004 ; Cavanaugh, 2001, $d = -0.03$, $k = 14$, $N = 7561$; (Lou et al., 2006, $g = 0.02$, $k = 103$, $N = 25\ 320$; Means et al., 2013, $g = 0.05$; $k = 27$). Cependant, en ce qui concerne la satisfaction vis-à-vis de l'enseignement, les travaux tendent à montrer que, de façon générale, les étudiants ont au contraire une préférence pour les cours en présentiel (Allen et al., 2002, $r = 0.03$, $k = 24$, $N = 4\ 702$; Chipps et al., 2012a, 2012b ; Tomlinson et al., 2013).

Il est néanmoins important de noter que ces méta-analyses et revues systématiques sont basées sur des travaux de la fin des années 90 au début des années 2000. Les caractéristiques technologiques et pédagogiques distinctives de l'apprentissage à distance asynchrone et synchrone, bien que déjà présentes, étaient différentes de celles d'aujourd'hui.

Pour l'apprentissage asynchrone, cette différence est moindre, les étudiants avaient déjà accès à du contenu de cours (documents textes, audios, vidéos) déposé sur des sites web, transmis par e-mail ou présent dans des logiciels, le tout pouvant être consulté par l'étudiant sur son propre ordinateur personnel ou dans les salles informatiques mises à dispositions (Bernard et al., 2004). À titre exemple, Carey, (2001) a comparé la performance académique (acquisition de connaissances, moyenne générale) et la satisfaction d'étudiants ayant suivi un cours de management sur les technologies de l'information entre un groupe qui a suivi le cours en présentiel ($n = 60$) et un groupe qui l'a suivi à distance de façon asynchrone ($n = 103$; cours

PowerPoint reçu par mail). Aucune différence n'a été constatée entre les étudiants des deux groupes en termes de performance académique et de satisfaction.

Pour ce qui est de l'apprentissage à distance synchrone, les travaux étaient beaucoup plus rares et utilisaient des technologies de visioconférences beaucoup plus rudimentaires, bien que comprenant déjà les outils phares des systèmes actuels (Furst-Bowe, 1997 ; Lumpkin, 1998 ; Sankar et al., 1998). Une autre limite est que l'apprentissage synchrone se réalisait souvent avec des groupes d'étudiants se trouvant dans une même pièce, avec l'enseignant dans un endroit différent (Furst-Bowe, 1997 ; Lumpkin, 1998 ; Sankar et al., 1998), et non avec des étudiants se trouvant chez eux, comme cela est souvent le cas aujourd'hui.

À titre d'exemple, pour mener les travaux de recherches sur ce type d'enseignement à cette époque, certains chercheurs utilisaient le Sharevision PC3000 créée par Creative Lab. Ce système utilisait deux ordinateurs reliés par une ligne téléphonique ordinaire. Chaque ordinateur était équipé d'une caméra et d'un micro. Différentes fonctionnalités étaient déjà présentes, comme le partage visuel en temps réel de fichier PowerPoint ou de tableurs, une fonction tableau blanc pour écrire/dessiner en temps réel, la possibilité de prendre des captures d'écrans, le transfert de fichiers, etc. L'enseignement à distance synchrone se déroulait ainsi :

- 1) un enseignant réalise son cours à distance depuis le premier ordinateur, en partageant son PowerPoint, des tableurs, en utilisant le tableau blanc, etc. ;
- 2) Le second ordinateur est situé dans une autre salle où le cours est projeté sur un mur à l'aide d'un projecteur avec un assistant supervisant le bon fonctionnement de la séance de cours.

La Figure 2.4 donne un aperçu du Sharevision PC3000 et de son utilisation pour l'enseignement. Afin d'illustrer cela avec un travail de recherche, Sankar et al. (1998) ont réalisé un cours de management d'environ 40 minutes auprès de deux groupes d'étudiants (n = 152) : un premier groupe contrôle qui suivait un cours en présentiel avec un projecteur affichant des slides de PowerPoint ; un second groupe expérimental suivant le cours à distance synchrone depuis une salle de cours via un système de visioconférence Sharevision PC3000. Les étudiants du groupe ayant suivi le cours par visioconférence l'ont perçu comme étant plus utile, attrayant, stimulant et clair par rapport au groupe sans vidéoconférence. De plus, les étudiants ayant une moyenne générale plus faible aux semestres d'avant ont perçu le cours comme étant plus stimulant et attrayant.

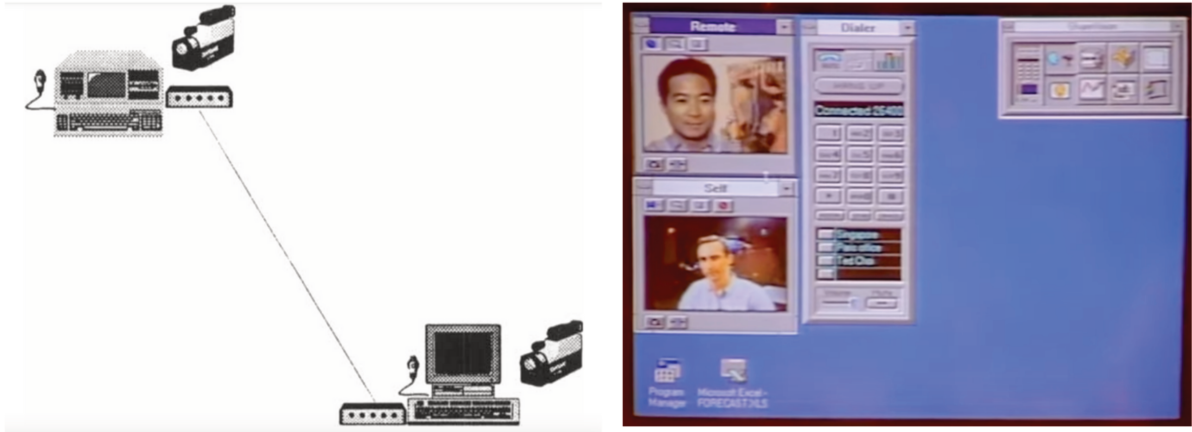


Figure 2.4 : A gauche : Vue d'ensemble du système Sharevision PC3000 et de son utilisation pour l'enseignement (repris de Sankar et al., 1997). A droite : Vue de l'écran montrant la vision obtenue par les caméras des deux ordinateurs respectifs ainsi que les différentes fonctionnalités disponibles.

Par la suite, déjà dès les années 2000 mais particulièrement à partir des années 2010, les travaux de recherche s'intéressant à l'apprentissage à distance ont continué cette comparaison entre apprentissage en présentiel et à distance, mais en réalisant une distinction entre apprentissage à distance asynchrone et synchrone.

Comparaison de l'efficacité de l'apprentissage à distance asynchrone, synchrone et en présentiel

Certaines méta-analyses ont cherché à distinguer l'apprentissage à distance asynchrone et synchrone dans les comparaisons avec l'apprentissage en présentiel, principalement sur les marqueurs cognitifs (performance académique - notes, moyennes générales -) de la réussite académique, obtenant des résultats contrastés.

Bernard et al. (2004) ont trouvé que l'enseignement à distance synchrone était moins efficace que l'apprentissage en présentiel ($g = -0,10$, $k = 92$, $N = 677$), alors que l'apprentissage asynchrone était quant à lui supérieur ($g = 0,05$, $k = 174$, $N = 36\ 531$). Lou et al. (2006) ont obtenu des résultats identiques, l'enseignement à distance synchrone étant légèrement moins efficace que l'enseignement traditionnel ($g = -0,02$, $k = 58$), tandis que l'enseignement asynchrone était également plus efficace que l'enseignement en présentiel ($g = 0,06$, $k = 122$). Allen et al. (2004) ont trouvé des tailles d'effet significativement plus importantes pour l'enseignement asynchrone ($r = 0,074$, $k = 10$, $N = 1\ 319$) mais aussi pour l'enseignement synchrone ($r = 0,066$, $k = 27$, $N = 6\ 847$) par rapport au présentiel. Williams (2006) a montré que l'enseignement à distance synchrone avait un effet positif ($d = 0,24$, $k = 18$), tandis que l'enseignement à distance asynchrone avait un effet négatif ($d = -0,06$, $k = 12$) sur la performance académique par rapport au présentiel.

Plus récemment, avec l'évolution importante de la technologie, et notamment des systèmes de visioconférences, de nombreux auteurs ont réalisé des méta-analyses incluant des travaux de recherches plus récents.

Ebner et Gegenfurtner, (2019) ont montré dans leur méta-analyse (travaux inclus tous publiés après 2010) que dans l'apprentissage universitaire et professionnel, l'apprentissage à distance synchrone était plus efficace pour favoriser l'apprentissage par rapport à l'apprentissage à distance asynchrone ($g = 0,29$ [0,05 ; 0,53], $k = 8$, $N = 90$) et l'apprentissage en présentiel ($g = 0,06$ [-0,37 ; 0,49], $k = 7$, $N = 53$). Concernant la satisfaction, l'apprentissage en présentiel était préféré à l'apprentissage synchrone ($g = -0,33$ [-1,87 ; 1,21], $k = 7$, $N = 53$), mais l'apprentissage synchrone était préféré à l'apprentissage asynchrone ($g = 0,12$ [-0,11 ; 0,36]). Cependant les auteurs soulignent la grande variabilité de la taille d'effet obtenu, dû au faible nombre d'articles inclus (les auteurs ayant sélectionné uniquement les articles incluant des essais contrôlés randomisés).

Martin et al. (2021) ont également voulu étudier l'effet de l'apprentissage à distance synchrone en comparaison avec l'apprentissage à distance asynchrone et en présentiel sur les marqueurs cognitifs (apprentissage, validation de semestre, pensée critique, compréhension), affectifs (satisfaction, émotions, attitudes, motivation) et comportementaux (interactions). Les travaux inclus étaient tous publiés après 2010 ($n = 17$) à l'exception de 2 d'entre eux. Une nouvelle fois, l'apprentissage à distance synchrone permettait de meilleurs scores sur les marqueurs cognitifs de la réussite par rapport à l'apprentissage à distance asynchrone ($g = 0.37 [0.06;0.68]$, $k = 7$, $N = 1260$), mais aucune différence significative avec l'apprentissage en présentiel ($g = -0.20 [-0.75 ; 0.35]$, $k = 4$, $N = 1833$). Pour les marqueurs affectifs de la réussite, l'apprentissage à distance synchrone donnait une nouvelle fois des scores supérieurs par rapport à l'apprentissage asynchrone ($g = 0.32 [-0.00 ; 0.64]$, $k = 11$, $N = 862$), et de nouveau aucune différence significative avec le présentiel ($g = 0.20 [-0.20 ; 0.57]$, $k = 5$, $N = 1080$). Les chercheurs n'ont pas pu étudier les marqueurs comportementaux de la réussite académique faute de données suffisantes.

Enfin, Zeng et Luo, (2024) ont trouvé, dans leur méta-analyse incluant des étudiants de niveaux primaires, collèges, lycées, universitaires et professionnels, que ces derniers avaient de meilleurs résultats sur les marqueurs cognitifs de la réussite académique (acquisition de connaissances, examens) en condition à distance asynchrone qu'en condition synchrone ($g = -0.16 [-0,26 ; -0.05]$, $k = 14$, $N = 1902$).

À l'issue de l'ensemble de ces travaux de recherches, différentes conclusions peuvent être données : 1) l'apprentissage à distance (asynchrone et synchrone) semble tout aussi efficace, ou légèrement plus efficace, que l'apprentissage en présentiel sur les marqueurs cognitifs de la réussite académique (acquisition de connaissances, scores aux examens, etc.) (Allen et al., 2004 ; Bernard et al., 2004 ; Cavanaugh, 2001 ; Lou et al., 2006 ; Machtmes et Asher, 2000 ; Means et al., 2013a ; Shachar et Neumann, 2003 ; Williams, 2006) ; 2) l'apprentissage à distance asynchrone et synchrone semble donner lieu à moins de satisfaction (marqueur affectifs de la réussite académique) de la part des étudiants par rapport au présentiel (Allen et al., 2002 ; Chipps et al., 2012a, 2012b ; Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Tomlinson et al., 2013) ; 3) il existe une absence de travaux s'étant intéressés aux différents effets du mode d'apprentissage (synchrone, asynchrone, présentiel) sur les marqueurs comportementaux de la réussite académique (Martin et al., 2021) ; 4) l'importante évolution technologique, notamment concernant l'apprentissage à distance synchrone, rend importantes la continuité et la mise à jour

des résultats académiques (Martin et al., 2021 ; Siemens et al., 2015) ; 5) les méta-analyses récentes soulignent le manque de travaux existants évaluant l'apprentissage à distance synchrone par rapport à l'apprentissage en présentiel ou asynchrone (Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Siemens et al., 2015 ; Zeng et Luo, 2024) ; 6) il est primordial d'étudier les différentes variables (ex : facteurs individuels : motivation, traits de personnalité, capacités cognitives, etc.), pouvant impacter les marqueurs cognitifs, affectifs et comportementaux de la réussite académique au sein des modalités d'apprentissages à distance (Abrami et al., 2011 ; Bernard et al., 2014).

Les différents facteurs pouvant faire fluctuer la réussite académique en apprentissage à distance

Différents travaux ont cherché à comprendre les différents facteurs pouvant influencer positivement les apprentissages à distances synchrones et asynchrones ainsi que leurs effets sur les différents marqueurs de la réussite académique.

L'adoption institutionnelle de l'apprentissage à distance

Siemens et al. (2015) ont mené une revue de la littérature visant à identifier les différents facteurs institutionnels devant nécessairement être mis en place afin de permettre un apprentissage à distance (synchrone et asynchrone) réussi pour les étudiants :

- L'infrastructure technologique est importante pour l'adoption de l'enseignement à distance, les différents hardware (ex : Zoomroom, ordinateurs, micros, etc.) et software (LMS, systèmes visioconférences, mails, etc.) devant être sélectionnés par la direction de l'établissement sur la base d'une stratégie claire et bien communiquée auprès du personnel, notamment des enseignants devant les employer (Singh et Hardaker, 2014). La prise en compte du coût financier est un facteur clé à prendre en compte lors de ces choix (Siemens et al., 2015).
- La coordination et la collaboration des différentes parties (dirigeants, enseignants) doivent avoir lieu lors des différentes prises de décisions (Ludlow et Brannan, 1999 ; Simpson, 2003).
- Les enseignants doivent avoir accès à des formations sur l'utilisation des outils et technologies proposées, cet accès étant primordial afin de favoriser leur adoption et éviter une éventuelle peur d'utilisation (Singh et Hardaker, 2014).
- Les différents facteurs individuels et personnels des enseignants doivent être pris en compte, notamment pour la mise en place de formations et pour la sélection des outils à mettre à

disposition (Siemens et al., 2015). Parmi ces facteurs, peuvent être nommés : l'attitude envers la technologie, les facteurs démographiques (l'âge peut-être un frein à l'adoption de nouveaux outils), l'autonomie ou encore le temps disponible (Singh et Hardaker, 2014).

Effet des niveaux et domaine d'études sur l'efficacité de l'apprentissage à distance

L'efficacité de l'apprentissage à distance dépend également des caractéristiques spécifiques des niveaux et domaines d'études des étudiants.

Dans sa méta-analyse, Williams (2006) a montré que l'éducation à distance est plus efficace pour les adultes déjà dans le monde du travail et suivant des cours universitaires que pour les étudiants de niveau licence ou master. Martin et al. (2021) n'ont, quant à eux, obtenu aucune différence d'efficacité de l'enseignement à distance sur les marqueurs cognitifs de la réussite académique. Par contre, les étudiants en master ou doctorat étaient plus satisfaits des enseignements à distance synchrones que ceux asynchrones par rapport aux étudiants de niveaux d'études inférieurs. Zeng et Luo (2024) n'ont obtenu quant à eux aucune différence sur les marqueurs cognitifs de la réussite académique entre les étudiants de niveau primaire, universitaire ou pour l'enseignement professionnel.

D'autres travaux ont montré que l'efficacité de l'éducation à distance dépend du contenu du cours. Par exemple, Allen et al. (2004) ont trouvé que les cours militaires sont moins réussis en éducation à distance par rapport au présentiel, tandis que les cours de langue étrangère en bénéficient le plus grâce à la possibilité de converser avec des locuteurs natifs. Quant à Bernard et al. (2004), ils ont constaté de meilleurs résultats obtenus pour les cours de commerce, d'informatique ou militaires en éducation à distance, tandis que les cours de sciences et d'ingénierie bénéficient davantage de l'enseignement en présentiel. Zeng et Luo (2024) ont montré que l'enseignement à distance était aussi efficace en synchrone et asynchrone pour les étudiants en sciences, en informatique et en médecine, mais que les étudiants en mathématiques avaient de meilleures performances académiques en asynchrone. Ces divergences entre les différents travaux de recherches sont probablement dues aux petites tailles d'échantillons, aux contextes d'études variables, ainsi qu'à la variation des technologies incluses (Siemens et al., 2015).

Le rôle central des interactions dans l'efficacité de l'apprentissage à distance

L'importance des interactions dans l'enseignement à distance est fréquemment mentionnée dans la littérature, particulièrement durant les années 2000, et de nombreux travaux ont conceptualisé et étudié leurs impacts sur les différents marqueurs de la réussite académique.

Dès 1998, Anderson et Garrison ont proposé un modèle de l'apprentissage à distance "profond et doté de sens" ("deep and meaningful" en anglais) en définissant 6 types d'interactions entre trois grands acteurs de ce mode d'apprentissage : les étudiants, les enseignants et le contenu du cours lui-même (voir Figure 2.5).

Tout d'abord les interactions étudiant-enseignant (Etu-Ens) désignent simplement les échanges pouvant avoir lieu entre les deux. En apprentissage à distance synchrone (tout comme pour l'apprentissage en présentiel), ce type d'interaction peut prendre la forme de participation orale durant le cours, par l'intermédiaire du micro du système de visioconférence (questions, réponses, etc.), ou par une participation écrite via le chat de discussion. En apprentissage à distance asynchrone, ces échanges prennent la forme d'échanges par mails, de discussions sur le forum du système de gestion de l'apprentissage du cours (ex : Moodle), etc.

Les interactions de type étudiant-étudiant (Etu-Etu) sont similaires à celles des étudiant-enseignant (échanges dans le tchat, vocaux, sur un forum, etc.), en soulignant en plus les échanges pouvant avoir lieu lors de travaux de groupes (synchrones ou asynchrones). Ces échanges de groupes sont même essentiels pour la construction de l'apprentissage selon les théories d'apprentissage constructivistes, ainsi que pour le développement de capacités de collaboration et de coopération (Anderson, 2003).

Le troisième type d'interaction sont les interactions étudiant-contenu (Etu-Con), désignant toute interaction de l'étudiant avec le matériel de cours (PowerPoint, vidéos de cours, participation dans un laboratoire virtuel, participation à un quiz sur le LMS du cours, etc.).

Ces trois types d'interactions (étudiant-enseignant, étudiant-étudiant, étudiant-contenu) sont présentés comme étant les interactions principales pouvant avoir lieu dans l'apprentissage à distance (Anderson et Garrison, 1998). Il existe néanmoins 3 types d'interactions additionnelles dans ce modèle.

Les interactions enseignant-enseignant font référence aux échanges que peuvent avoir deux enseignants entre eux (ex : par mail, par visioconférence, etc.) afin de créer, améliorer, leurs contenus pédagogiques et leurs compétences pédagogiques. Les interactions enseignant-contenu désignent les différents éléments que l'enseignant sélectionne afin de créer son cours, éléments supposés plus diversifiés en enseignement à distance (ex : PowerPoint, LMS, sites

web, vidéos Youtube, podcasts, laboratoire virtuel, classe virtuelle, etc.). Enfin, les interactions contenu-contenu désignent des "programmes écrits pour récupérer des informations, faire fonctionner d'autres programmes, prendre des décisions et surveiller les ressources pédagogiques sur internet" (Anderson et Garrison, 1998, p. 109) et sont évoquées par les auteurs comme étant de balbutiantes promesses de science-fiction. En 2024, la science-fiction est devenue réalité et les intelligences artificielles génératives (ex : GPT, DALL-E, Midjourney, Bard, etc.) sont capables, en une simple ligne de texte ("prompt" en anglais), de produire des contenus de cours entiers, des PowerPoint de cours, de créer des images, de générer des sites web, etc. Bien que ces cours ou images gardent pour l'instant des erreurs manifestes, dans les années à venir, ce type de pratique semble en voie de prendre une place importante dans la construction des enseignements à distance et en présentiel.

À partir de ces 6 différentes interactions, Anderson (2003, p4) théorise que dans un enseignement à distance "Un apprentissage formel profond et significatif est possible tant que l'une des trois formes d'interaction principale (étudiant-enseignant ; étudiant-étudiant ; étudiant-contenu) est à un niveau élevé. Les deux autres peuvent être proposées à des niveaux minimaux, voire éliminées, sans dégrader l'expérience éducative". Cette théorie implique donc qu'un enseignant à distance peut remplacer un type d'interaction par un autre (au même niveau) dans son cours tout en ayant une faible perte d'efficacité pédagogique.

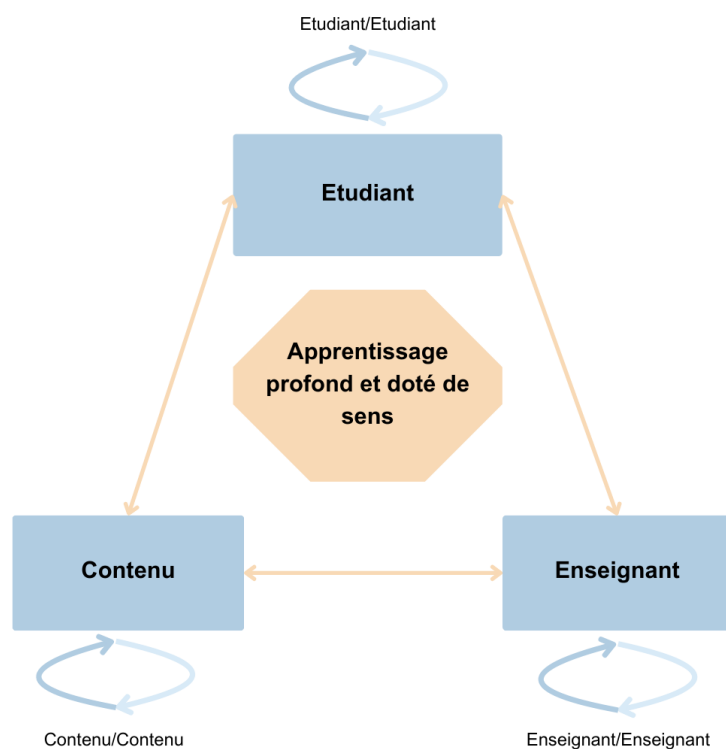


Figure 2.5 : Modes d'interaction dans l'enseignement à distance, d'après Anderson (2003), repris de Anderson et Garrison (1998).

À partir de ce modèle, de nombreux auteurs ont cherché à étudier empiriquement l'effet de ces différents modes d'interactions sur les marqueurs de la réussite académique dans l'apprentissage à distance.

Dans leur méta-analyse, Bernard et al. (2009) ont identifié 49 études qui comparaient des enseignements à distance (synchrone : $n = 5$, asynchrone : $n = 37$ et mixte : $n = 7$) impliquant des pratiques pédagogiques favorisant les interactions (Etu-Ens, Etu-Con, Etu-Ens). À titre d'exemple, Williams (2005) a comparé deux groupes d'étudiants en mathématiques à l'Université suivant les cours de façon asynchrones. Les étudiants du premier groupe ($n = 175$) suivaient le cursus sur une année et avaient la possibilité d'avoir des interactions avec un étudiant tuteur pour les aider dans leurs révisions. Le second groupe ($n = 156$) suivait le même cours, mais sans la possibilité d'avoir un étudiant tuteur¹². Dans la méta-analyse de Bernard et al. (2009), le premier groupe de l'étude de Williams (2005) était considéré comme bénéficiant

¹² A titre informatif, aucune différence significative entre les deux groupes n'était obtenue à l'examen final de fin d'année ou en termes de satisfaction.

d'une pratique pédagogique visant à favoriser les interactions étudiant-étudiant, le second groupe servait de groupe contrôle.

Cette méta-analyse de Bernard et al. (2009) a permis de montrer que de façon générale, les enseignements à distance incluant des pratiques pédagogiques favorisant les interactions entraînent de meilleures performances académiques ($g = 0.38$) et une meilleure satisfaction ($ES = 0.10$) que ceux n'en incluant pas. De façon plus précise, en ce qui concerne la performance académique, les interactions étudiant-étudiant et étudiant-contenu ont des tailles d'effets les plus élevées (respectivement $g = 0.49$ et $g = 0.46$, aucune différence significative entre les deux) que les interactions étudiant-enseignant ($g = 0.32$). Au niveau de la satisfaction des étudiants, ce sont les interactions étudiant-étudiant qui ont une efficacité supérieure aux deux autres¹³.

Lou et al., (2006) avaient également trouvé, dans leur méta-analyse des effets significatifs de ces trois modes d'interactions principaux sur la performance académique des étudiants universitaires (Etu-Etu : $b = 0.32$, Etu-Ens : $b = 0.25$, Etu-Con : $b = 0.17$). Williams (2006) indique également dans sa méta-analyse que les travaux d'apprentissage à distance (dans le domaine de la santé), dans lesquels les enseignements intégraient des interactions (Etu-Etu et Etu-Ens), montraient une meilleure performance académique chez les étudiants.

Borokhovski et al., (2012) ont, quant à eux, comparé des travaux proposant des designs de cours incluant deux types d'interactions étudiant-étudiant : 1) les "interactions contextuelles", c'est-à-dire lorsque le design du cours inclut des outils pouvant permettre les interactions étudiant-étudiant (ex : système de visioconférence, possibilité d'échanger par mail, blog, etc.) ; 2) les "interactions conçues", c'est-à-dire lorsque les interactions sont rendues obligatoires au sein de l'enseignement (ex : mise en place de travaux de groupe obligeant les interactions Etu-Etu). Leurs résultats ont montré que les travaux incluant des "interactions conçues", notamment les interactions étudiant-étudiant, avaient un effet significatif supérieur sur la performance académique ($g = 0.50 [0.32 ; 0.67]$, $k = 14$) que ceux incluant des "interactions contextuelles" ($g = 0.22 [0.10 ; 0.34]$, $k = 22$).

Ainsi, nous venons de voir que le design de cours à distance favorisant les interactions semble être un enjeu majeur pour améliorer la performance académique et la satisfaction des étudiants. Néanmoins, parmi les très nombreux travaux s'étant intéressés aux interactions, peu d'entre eux ont étudié le rôle des interactions dans le cadre d'apprentissage à distance synchrone, à

¹³ Chiffres de l'analyse statistique non inclus dans l'article.

l'image de la méta-analyse de Bernard et al., (2009) n'en incluant que 5 pour 37 travaux asynchrones. Par ailleurs, une grande partie des travaux sur l'apprentissage à distance synchrone et les interactions comportaient dans leurs protocoles certaines limites, comme un manque d'informations sur la taille de l'échantillon, l'âge, le genre, le contenu du cours, ou encore utilisaient des technologies vieillissantes (Epp et al., 2010 ; Hampel et Stickler, 2012 ; Martin et al., 2017 ; Wang et Morgan, 2008), ce qui est souvent le cas en général dans les travaux sur l'apprentissage à distance (Bernard et al., 2004, 2014).

Un point également important est que ces travaux ne mesuraient pas, en tant que tels, le nombre d'interactions, ni leurs contenus, mais comparaient des designs de cours favorisant ou non leurs apparitions (Bernard et al., 2009 ; Borokhovski et al., 2012 ; Lou et al., 2006 ; Williams, 2006). Seuls quelques travaux, à ma connaissance, ont mesuré directement les effets de l'apprentissage à distance sur l'émergence d'interactions durant le cours.

Par exemple, Kuo et al., (2014) ont étudié la relation entre les interactions Etu-Ens et Etu-Ens et la satisfaction des étudiants au cours de deux sessions d'un cours de technologie à distance synchrone. Les interactions ont été mesurées de façon subjective par le biais d'un questionnaire auto-administré. Les résultats ont montré que les interactions Etu-Etu et Etu-Ens étaient significativement corrélées à la satisfaction des étudiants.

À ma connaissance également, seuls David Strang (2012) et Weiser et al. (2018) ont mesuré les interactions de façon objective dans un contexte d'apprentissage à distance synchrone.

Weiser et al. (2018) ont étudié le nombre et la fréquence des interactions Etu-Ens chez des étudiants (n = 76) prenant part à 6 cours de sciences de l'éducation, soit à distance synchrone soit en présentiel. Ces cours comprenaient des variations dans les styles d'enseignement proposés¹⁴. Les auteurs ont montré que le nombre d'interactions était équivalent dans les conditions à distance synchrone et en présentiel. De plus, ils ont montré que le style d'enseignement étudiant-enseignant était celui associé au plus grand nombre d'interactions. Il est néanmoins important de noter que cette expérience a été réalisée dans des conditions de laboratoire. En effet, les étudiants ne faisaient pas partie d'un même cursus universitaire, mais ont été recrutés pour la réalisation de l'expérience.

¹⁴ Présentation de l'instructeur : instruction directe avec aucune ou très peu d'interaction initiée par l'instructeur ; Interactions instructeur-étudiant (étudiant-enseignant) : l'instructeur encourage les étudiants à participer, à exprimer leurs idées et opinions, à faire des commentaires et à demander des clarifications ; Interactions étudiant-instructeur : les étudiants font spontanément des commentaires et posent des questions à l'instructeur ; Interactions étudiant-étudiant : les étudiants interagissent entre eux en ce qui concerne le contenu de l'apprentissage.

David Strang (2012) a comparé l'impact des interactions sur la performance académique entre un groupe d'élèves de terminal suivant un cours de mathématiques de manière synchrone via Skype et un groupe suivant le même cours, mais de manière asynchrone. Un score d'interaction a été calculé pour chaque élève (un point pour chaque question posée ou réponse donnée à une question de l'enseignant). Les résultats ont montré que les interactions étaient corrélées à de meilleures performances scolaires et que le groupe synchrone avait significativement plus d'interactions et de meilleurs résultats que le groupe asynchrone. Toutefois, ce protocole présente certaines limites, et notamment un effet de nouveauté, dans la mesure où les étudiants n'avaient jamais suivi de cours synchrone auparavant, ce qui peut avoir influencé les résultats.

Mise en place d'un modèle conceptuel général de l'efficacité de l'apprentissage à distance

À partir de nombreux travaux issus de la littérature (12 méta-analyses et 25 revues systématiques), Siemens et al. (2015) ont cherché à élaborer un modèle global incluant les différents facteurs nécessaires pour mener à un apprentissage à distance réussi (voir Figure 2.6). Tout d'abord, un apprentissage à distance réussi est ici défini comme étant efficace, permettant à l'étudiant d'avoir une bonne réussite académique (obtention du diplôme), tout en étant associé à un coût financier réduit¹⁵. Tout comme dans le modèle d'Anderson et Garrison (1998), Siemens et al., (2015) distingue 3 acteurs majeurs dans leur modèle : l'étudiant, l'enseignant et le contenu du cours (ainsi que les interactions entre ces 3 acteurs). Les étudiants doivent avoir un haut niveau de connaissances numériques, d'autonomie et de motivation afin de s'engager dans le cours. Les enseignants doivent, quant à eux, avoir une attitude positive vis-à-vis de la technologie couplée à un haut niveau de connaissances numériques, tout en planifiant des interactions au sein de leurs cours. Le cours, lui, doit être de qualité, répondant aux besoins des étudiants et avec un design réfléchi et développé en amont (ex : asynchrone/synchrone, méthode d'évaluation, possibilité de collaboration, moments d'interactions, type de LMS, etc.). Ce modèle intègre les interactions, notamment Etu-Con, Etu-Etu, et Etu-Ens, comme éléments primordiaux menant à un apprentissage à distance réussi.

¹⁵ Un point important du développement de l'enseignement à distance dans les Universités est la volonté de réduire les coûts, notamment en frais d'infrastructures, de matériel, de personnel, etc. (Siemens et al., 2015 ; Twigg, 2003).

Enfin, l'institution (Université) doit apporter un soutien matériel, veiller à la fonctionnalité des différents outils numériques et proposer un soutien aux enseignants (ex : formations, compréhension des facteurs de réticence, etc.)

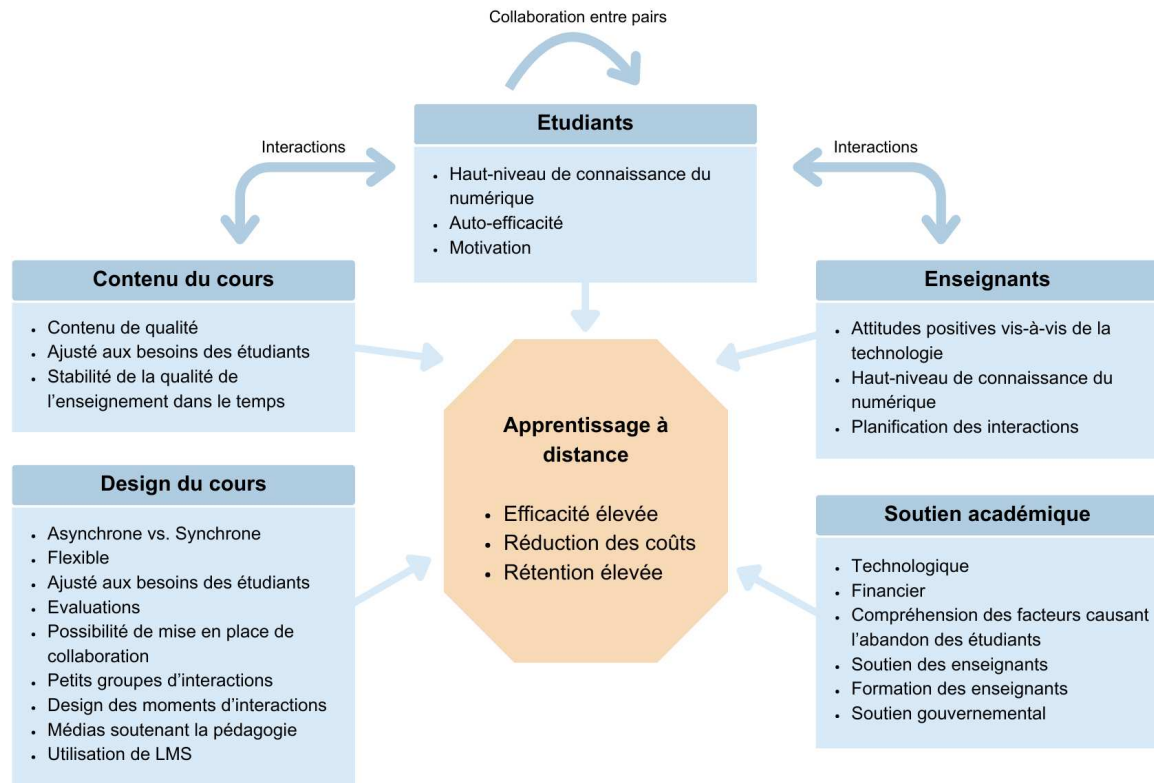


Figure 2.6 : Modèle conceptuel de l'apprentissage à distance réussi issu de Siemens et al. (2015).

Parmi l'ensemble des facteurs présents dans le modèle de Siemens et al. (2015), le rôle des facteurs individuels propre aux étudiants (motivation, auto-efficacité, haut niveau de connaissance numérique) a été peu développé par les auteurs. La partie suivante visera donc à avoir une meilleure compréhension du rôle des facteurs individuels et de leurs effets sur les marqueurs de la réussite académique (cognitifs, affectifs et comportementaux) dans l'apprentissage à distance.

Rôle des facteurs individuels dans la réussite des étudiants dans l'apprentissage à distance

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1, l'étude des facteurs individuels influençant la réussite académique des étudiants en apprentissage traditionnel en présentiel est un champ de recherche très développé (Richardson et al., 2012).

Concernant l'apprentissage à distance, ces travaux sont beaucoup moins nombreux. Valverde-Berrocoso et al. (2020) ont réalisé une revue de la littérature sur 248 articles afin d'étudier les axes de recherche principaux en apprentissage à distance entre 2009 et 2018. Leurs résultats montrent que les travaux menés dans le domaine de l'apprentissage à distance se focalisent peu sur les facteurs individuels et ne constituent qu'une petite partie de l'ensemble des travaux¹⁶. Les facteurs identifiés comme étant les plus étudiés sont : 1) les capacités d'autorégulation de l'apprentissage ("self-regulation" en anglais, capacité à réguler son apprentissage¹⁷) ; 2) la motivation, comprenant notamment le sentiment d'efficacité personnelle ("self-efficacy" en anglais, croyance en ses capacités à performer¹⁸) et la motivation intrinsèque/extrinsèque ; 3) les connaissances en informatique. De façon intéressante, ces facteurs correspondent à ceux présents dans le modèle de Siemens et al., (2015) (voir Figure 2.6).

Plusieurs travaux se sont ainsi intéressés aux effets de la capacité d'autorégulation sur les différents marqueurs de la réussite académique (Amoozegar et al., 2017 ; Cho et Kim, 2013 ; Sun et Rueda, 2012). Cho et Kim (2013) ont montré que des étudiants (n = 407) suivant des cours en ligne asynchrones (11 disciplines différentes) accordaient plus d'importance aux interactions avec les enseignants et avec les autres étudiants sur le système de gestion de l'apprentissage du cours (ex : Moodle) lorsqu'ils avaient un niveau d'autorégulation élevé. Amoozegar et al., (2017) ont montré, chez 303 étudiants issus de deux Universités Malaisiennes suivant des cours en ligne, une relation positive entre le niveau d'autorégulation et la satisfaction à suivre les cours. Meissonier et al., (2006) ont également montré chez des étudiants ayant eu cours à distance dans une école de commerce française (n = 405) que le niveau d'autorégulation (ici auto-discipline) des étudiants était significativement corrélé à leur performance académique et à leur satisfaction. Récemment, Yu et al., (2024) ont également montré, dans une méta-analyse ayant intégré 20 articles sur les facteurs individuels impactant l'apprentissage dans les MOOC en ligne, que l'autorégulation était corrélée positivement à l'apprentissage. A ma connaissance, seuls Sun et Rueda (2012) n'ont pas trouvé de relation

¹⁶ Aucun pourcentage n'est donné concernant la répartition exacte des thématiques de recherches. Cependant peu d'articles sont cités pour chacun des facteurs individuels évoqués par rapports aux 248 articles inclus dans la revue : autorégulation (n = 4), connaissances informatiques (n = 1), sentiment d'efficacité personnelle (n = 2), locus of control (n = 1), capacités cognitives (n = 1).

¹⁷ Exemple d'item issu de MSLQ : "Si les supports de cours sont difficiles à comprendre, je modifie ma façon de les lire" (Pintrich, 1991).

¹⁸ Exemple d'item issu du MSLQ : " Je pense que j'obtiendrai une excellente note dans ce cours.", Pintrich et al., 1991.

entre l'autorégulation et un marqueur de la réussite académique, à savoir l'engagement (cognitif, comportemental et affectif) d'étudiants (n = 203) suivant des cours à distance asynchrone en gérontologie ou en ingénierie.

Un certain nombre de travaux ont également porté sur l'évaluation du rôle de la motivation dans l'apprentissage à distance. Parmi ces travaux, une grande partie ont évalué le sentiment d'efficacité personnelle, montrant que dans des enseignements à distance asynchrones, ce facteur avait un effet positif sur l'obtention du diplôme (Welsh, 2007), la performance académique (Kim et al., 2014), la satisfaction (Amoozegar et al., 2017), l'engagement (Sun et Rueda, 2012), l'intention d'utiliser ce type d'outil pour apprendre (Kang et Shin, 2015) et la perception de facilité d'utilisation (Baki et al., 2021).

A titre d'exemple, Welsh (2007) a montré, dans sa thèse portant sur 992 étudiants suivant des cours à distance au Central Texas College, qu'un haut niveau d'efficacité personnelle était relié à une plus grande chance d'obtention du diplôme. Ces résultats sont intéressants car le sentiment d'efficacité personnelle est un des facteurs montrant le plus d'effet significatif sur la performance académique en apprentissage en présentiel (Richardson et al., 2012). D'autres travaux ont porté sur la motivation, parfois en distinguant la motivation intrinsèque et extrinsèque. Yu et al. (2024) ont montré, dans leur méta-analyse sur les MOOC en ligne, que la motivation était corrélée positivement à l'apprentissage académique. Meissonier et al. (2006) ont montré, chez des étudiants ayant eu cours à distance dans une école de commerce française, que le niveau de motivation¹⁹ des étudiants était significativement corrélé à leur performance académique et leur satisfaction. Welsh (2007) a également obtenu une corrélation positive entre la motivation intrinsèque et les chances d'obtention d'un diplôme académique, mais aucune relation pour la motivation extrinsèque. A contrario, Kim et al., (2014) ont montré, chez 72 étudiants à distance synchrone en mathématiques, une absence de relation entre le niveau de motivation intrinsèque et les performances académiques.

Quelques travaux ont également étudié le rôle du niveau de connaissance en informatique (Al-Fadhli, 2009 ; Welsh, 2007) ou du sentiment d'efficacité personnelle en informatique ("computer self-efficacy" en anglais) (Sun et Rueda, 2012), sur les marqueurs de la réussite

¹⁹ Échelle de likert de 0 à 20 : "En ce qui concerne les cours en e-learning de la Montpellier Business School, comment évaluez-vous votre niveau de motivation ?".

académique dans l'enseignement à distance. Ces travaux montrent des effets positifs sur l'apprentissage (Al-Fadhli, 2009 ; Welsh, 2007) et sur la perception d'utilité de ce type d'enseignement (Sun et Rueda, 2012).

Enfin, d'autres travaux plus isolés ont étudié d'autres facteurs individuels : 1) l'estime de soi, corrélée positivement à l'appréciation de l'enseignement à distance (Kurtz et al., 2009 ; Workman et Stenard, 1996) ; 2) le genre, avec des résultats disparates mais tendant vers une absence d'effets sur les marqueurs de la réussite (Beyth-Marom et al., 2003 ; Cheung et Kan, 2002 ; Lukwekwe, 2015 ; Sun et Rueda, 2012) ; 3) le ressenti de la pression sociale²⁰, avec des effets également disparates sur la perception de l'enseignement à distance²¹ (Baki et al., 2021) ; 4) le locus de control (Gökçearsan et Alper, 2015 ; Welsh, 2007) avec une absence d'effet sur la performance académique ; 5) la personnalité, notamment la conscienciosité, avec une corrélation positive sur la performance académique (Logan et al., 2017) ; 6) les compétences cognitives²², montrant une corrélation positive avec la performance (Logan et al., 2017).

Un point commun à l'ensemble des travaux présentés ci-dessus est qu'ils ont tous porté sur des enseignements à distance asynchrone (ou non précisés dans la méthodologie). Seuls quelques travaux se sont focalisés sur l'apprentissage à distance synchrone.

Weiser et al., (2018) ont mesuré le nombre et la fréquence des interactions étudiant-enseignant et leur lien avec la personnalité chez des étudiants (n = 76) prenant part à 6 cours, soit à distance synchrone soit en présentiel. Les auteurs ont montré qu'un niveau élevé d'extraversion était relié à plus d'interactions dans les deux modalités d'apprentissage. Aucun effet du trait de personnalité névrosisme n'a été obtenu (les autres traits n'ont pas été étudiés). Il est néanmoins important de noter que les étudiants ne faisaient pas partie d'un même cursus universitaire dans la mesure où cette expérience a été réalisée dans des conditions de laboratoire. Chen et Wang (2018) ont étudié le rôle de l'attention soutenue dans l'apprentissage à distance en équipant 83 collégiens avec des casques EEG durant un cours d'anglais à distance synchrone. Les collégiens équipés recevaient des feedbacks sous la forme de messages d'encouragement sur leur écran

²⁰ La pression sociale que les gens ressentent de la part de leur cercle social lors de la réalisation de quelque chose (Ajzen, 1991).

²¹ Échelles du modèle TAM (voir Chapitre 1).

²² Évaluée via le American College Testing (ACT), un examen essentiellement composé de QCM mesurant les compétences générales verbales, le raisonnement mathématique et scientifique, ainsi l'analyse de textes.

(ex : "Soyez plus attentifs ! Courage !") lorsque leur niveau d'attention mesuré par l'intermédiaire du casque était à un seuil trop bas. Les chercheurs ont montré que le niveau d'attention soutenue était corrélé à l'acquisition de connaissances à la fin du cours, et que le groupe "EEG + feedback" avait un meilleur apprentissage qu'un groupe contrôle non équipé (n = 65). Enfin, Kang et Shin (2015) ont testé, auprès de 251 étudiants en ligne dans une Université en Corée du Sud, les effets de l'auto-efficacité en informatique²³ et de la perception des normes subjectives²⁴ sur la perception d'utilité, la perception de facilité d'utilisation et les intentions de prendre part à un apprentissage à distance synchrone. Leurs résultats ont montré que l'auto-efficacité en informatique était corrélée à la perception d'utilité et aux intentions de prendre part à un apprentissage à distance synchrone. La perception des normes subjectives était quant à elle reliée à la perception d'utilité et à la perception de facilité d'utilisation. Ainsi, en comparaison avec l'apprentissage à distance asynchrone, peu de travaux ont étudié le rôle spécifique des caractéristiques individuelles des étudiants sur les marqueurs de la réussite académique dans le contexte de cours à distance synchrone.

²³ Confiance en sa capacité à utiliser la technologie nécessaire pour suivre des cours en ligne.

²⁴ Perception individuelle de ce que les autres (famille, collègues et amis) considèrent comme important dans l'apprentissage en ligne synchrone.

Conclusion du chapitre

Ce chapitre a permis de traiter de l'apprentissage à distance, principalement dans l'enseignement universitaire. La première partie a défini les différents types d'apprentissage à distance existants (asynchrone, synchrone, hybride) ainsi que l'histoire de leur apparition et de leur utilisation au cours des évolutions pédagogiques et technologiques, avec un focus final sur leur usage lors de la pandémie de Covid-19.

La seconde partie a permis d'étudier les différents effets de l'apprentissage à distance (synchrone et asynchrone) sur les marqueurs cognitifs, affectifs et comportementaux de la réussite académique.

Un premier constat à tirer de cette partie est l'existence de différences d'effets entre apprentissage à distance et en présentiel sur les marqueurs de la réussite académique : 1) l'apprentissage à distance (asynchrone et synchrone) semble tout aussi efficace, ou légèrement plus efficace, que l'apprentissage en présentiel sur les marqueurs cognitifs de la réussite académique (acquisition de connaissances, scores aux examens, etc.) (Allen et al., 2004 ; Bernard et al., 2004 ; Cavanaugh, 2001 ; Lou et al., 2006 ; Machtmes et Asher, 2000 ; Means et al., 2013a ; Shachar et Neumann, 2003 ; Williams, 2006) ; 2) les apprentissages à distance asynchrone et synchrone semblent donner lieu à moins de satisfaction (marqueur affectifs de la réussite académique) de la part des étudiants par rapport au présentiel (Allen et al., 2002 ; Chipps et al., 2012a, 2012b ; Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Tomlinson et al., 2013). Certains éléments de connaissance concernant l'apprentissage à distance restent néanmoins limités, parmi lesquels : 1) la faible quantité de travaux évaluant l'apprentissage à distance synchrone par rapport à l'apprentissage en présentiel ou asynchrone (Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Siemens et al., 2015 ; Zeng et Luo, 2024) ; 2) une absence de travaux centrés sur les différents effets du mode d'apprentissage (synchrone, asynchrone, présentiel) sur les marqueurs comportementaux de la réussite académique (Martin et al., 2021).

Il est également important de noter que des résultats ont été recueillis concernant les facteurs jouant un rôle dans la réussite académique des étudiants suivant un apprentissage à distance.

Le rôle prépondérant du soutien des institutions auprès des enseignants dans la construction des cours à distance a été mis en avant (Siemens et al., 2015). Le rôle des interactions entre étudiants, enseignants et contenu du cours a également été souligné (Anderson et Garrison, 1998 ; Bernard et al., 2014), même si leurs effets ont principalement donné lieu à des études

manipulant le design de cours (format de cours suscitant plus ou moins d'interactions) plutôt que par des mesures directes des interactions (David Strang, 2012 ; Weiser et al., 2018).

Le rôle des institutions, ainsi que des enseignants, étudiants et contenus de cours et leurs interactions sont d'ailleurs au centre du modèle de Siemens et al. (2015) de la réussite académique au sein d'un apprentissage à distance. Les interactions étudiant-enseignant et étudiant-étudiant semblent notamment avoir un rôle clé.

Enfin des travaux ont été réalisés sur les caractéristiques individuelles des étudiants pouvant impacter les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite académique. Les capacités d'autorégulation, la motivation (sentiment d'efficacité personnelle, motivation intrinsèque/extrinsèque) ainsi que les connaissances en informatique ont été identifiées comme étant les facteurs les plus étudiés et corrélés avec les différents marqueurs de la réussite académique (Valverde-Berrocoso et al., 2020).

Cependant de nombreuses limites existent concernant ces travaux sur le rôle des caractéristiques individuelles : 1) ces caractéristiques sont peu étudiées en comparaison avec d'autres axes de recherches de l'apprentissage à distance (ex : comparaison présence/distance) (Valverde-Berrocoso et al., 2020), ce faible nombre de travaux étant symbolisé par l'absence de revues systématiques ou de méta-analyses sur le sujet ; 2) parmi les facteurs étudiés, des débats persistent sur l'importance de certains facteurs, avec des travaux pouvant mener à des conclusions différentes (ex : motivation intrinsèque/extrinsèque) (Kim et al., 2014 ; Welsh, 2007) ; 3) certains facteurs individuels clés de l'apprentissage en présentiel, notamment les traits de personnalité et les capacités cognitives (Richardson et al., 2012), sont quasiment absents des recherches ; 4) la majorité des travaux portent sur d'anciennes technologies, nécessitant une actualisation des résultats (Siemens et al., 2015 ; Valverde-Berrocoso et al., 2020) ; 5) peu de travaux ont étudié des modèles complexes s'intéressant à plusieurs facteurs individuels en même temps et aux effets d'interactions entre ces facteurs (Baki et al., 2021 ; Kang et Shin, 2015) ; 6) parmi les travaux existants sur les facteurs individuels, l'apprentissage à distance synchrone est encore une fois le moins étudié en comparaison à l'apprentissage asynchrone (Valverde-Berrocoso et al., 2020).

Chapitre 3 - L'impact des outils numériques sur les marqueurs de la réussite académique : L'apprentissage gamifié à l'Université

Résumé du chapitre

Ce chapitre a pour objectif de présenter une revue de la littérature des travaux existants traitant de l'apprentissage gamifié à l'Université.

La première partie aborde l'histoire de deux concepts clés de l'apprentissage gamifié : les serious game et la gamification.

La seconde partie présente les différents cadres conceptuels et théories sur lesquels reposent les différents travaux s'intéressant aux serious game et à la gamification (et notamment la théorie de l'apprentissage gamifié de Landers, 2014).

La troisième partie décrit les résultats expérimentaux des travaux s'intéressant aux effets de l'apprentissage gamifié sur les différents marqueurs (cognitifs, affectifs, comportementaux) de la réussite académique à l'Université.

La quatrième partie est centrée sur l'utilisation des quiz, et notamment des quiz gamifiés, dans l'enseignement universitaire.

Enfin, la cinquième partie porte sur l'utilisation des environnements de réalité virtuelle à visée éducative dans l'enseignement universitaire (et de la mise en place d'éléments de jeux dans ces environnements).

Articles connexes à ce chapitre

Chapitre n°7 : Étude des outils numériques gamifiés et de leurs impacts sur les marqueurs de la réussite académique.

Article n°4 : Collaboration active dans les quiz gamifiés : quel impact sur les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite académique ?

Article n°5 : Améliorer l'enseignement de la pharmacologie : étude de l'efficacité de l'apprentissage par le jeu sérieux grâce à la simulation virtuelle.

Définition et histoire des serious game et de la gamification

Afin de rendre les apprentissages plus engageants, plus agréables mais également plus efficaces en termes de performances académiques, de nombreuses stratégies ont été développées au cours de ces dernières années (Chi et Wylie, 2014). Parmi ces stratégies, rendre l'apprentissage plus ludique pour les étudiants est l'une des pistes privilégiées par les chercheurs en psychologie et en sciences de l'éducation. Pendant longtemps, deux approches conceptuelles ont évolué parallèlement sans cadre conceptuel commun : les serious game et la gamification (Krath et al., 2021).

Serious game

Le serious game ("jeu sérieux" en français) peut être défini comme "un jeu dans lequel l'éducation (sous ses diverses formes) est l'objectif principal, plutôt que le divertissement" (Michael et Chen, 2005, p. 17). Différents termes sont également utilisés de façon équivalente pour désigner les serious game comme, par exemple, les jeux d'apprentissage ("learning games" en anglais), les jeux pour l'apprentissage ("games for learning"), les jeux éducatifs ("educational games") et les jeux d'entraînement ("training games" en anglais) (Landers, 2014).

Alors que l'emploi du jeu à des visées éducatives est discuté par les plus grands auteurs depuis des millénaires (pour ne citer qu'eux, Platon, Jean-Jacques Rousseau, Jean Piaget, etc. ; Wilkinson, 2016), le terme de serious game a été conceptualisé pour la première fois par Clark Abt en 1987 dans son livre "Serious Game" (Abt, 1987). Dans ce dernier, l'auteur présente à la fois des exemples de serious games "non numériques", tels que des jeux liés aux mathématiques utilisés dans les écoles, ainsi que des exemples de jeux numériques sur ordinateurs visant à former les soldats américains pendant la Guerre Froide (Djaouti et al., 2011). L'apparition d'un champ de recherche portant sur l'étude des serious game est, quant à elle, plus récente, souvent fixée à 2002 par les historiens (Djaouti et al., 2011 ; Wilkinson, 2016). En effet, cette année-là paraissait le premier article intitulé "Serious Games : Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation" ("Jeux sérieux : améliorer les politiques publiques grâce à l'apprentissage par le jeu et la simulation" en français) par Ben Sawyer. Cet article promeut l'usage de la technologie et des connaissances de l'industrie des jeux vidéo pour améliorer les simulations basées sur le jeu utilisées dans les organisations publiques (Sawyer & Rejeski, 2002 ; Djaouti et al., 2011). En parallèle de la publication de cet article, cette année-là sortait également un jeu intitulé "America's Army", développé et diffusé par l'armée américaine dans

le but d'informer, d'éduquer et de recruter de futurs soldats. Il fut désigné par certains auteurs comme le premier serious game à la fois développé avec succès et plébiscité par le public (Gudmundsen, 2006). En 2024, les serious game, majoritairement numériques, sont étudiés dans de nombreuses modalités et de nombreux contextes. Ils sont à la fois développés dans diverses disciplines (ex : sciences, mathématiques, médical, économie, géographie, langues, etc.), divers niveaux d'études (primaire, secondaire, universitaire), dans différents genres (ex : action, aventure, combat, jeux de rôle, puzzle, jeux de plateformes, etc.) et à travers différents médias (ordinateurs, réalité virtuelle, téléphones, etc.) (Cheng et al., 2015 ; Connolly et al., 2021).

La gamification

Le concept de gamification, bien que n'ayant pas de définition universelle (Huang et al., 2020), est majoritairement défini comme désignant l'usage "d'éléments de jeu dans des contextes de non-jeu" ("use of game design elements in non-game contexts", Deterding et al., 2011). Dans le contexte de l'éducation, la gamification est une pratique visant à inclure des éléments de jeux dans l'objectif d'améliorer différents marqueurs affectifs et comportementaux de la réussite académique comme l'engagement, la motivation, la satisfaction, et in fine l'acquisition de connaissances par les apprenants (Landers, 2014).

Ces éléments de jeux sont divers, comme par exemple des points, badges, classement, avatars, quêtes, etc. (Zainuddin et al., 2020). Ainsi, la gamification est différente des serious game, qui constituent des jeux complets, comportant un certain nombre d'éléments de jeux (Deterding et al., 2011), alors que la gamification est un concept plus large ciblant certains de ces éléments de jeux et leurs effets dans différents contextes, comme par exemple dans l'éducation (Krath et al., 2021). Néanmoins, ces concepts partagent l'idée d'utiliser des expériences de jeu positives dans un but sérieux plutôt que de se concentrer sur le divertissement (Krath et al., 2021).

De nombreux travaux de recherches ont cherché à mettre en place une taxonomie des différents éléments de jeux (Bedwell et al., 2012 ; Huang et al., 2021 ; Krath et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021).

Certains auteurs, comme Bedwell et al. (2012) ont défini, par l'intermédiaire d'une classification réalisée auprès d'un panel de joueurs expérimentés et de développeurs de jeux, un ensemble de neuf catégories d'éléments de jeux : le langage d'action (la façon d'interagir, de

s'engager avec l'interface de jeu ; ex : souris, clavier, etc.), l'évaluation (la nature et le contenu de tout retour d'information donné au joueur au cours d'un jeu ; ex : score, barre de progression, etc.), le conflit/le défi (la présentation des problèmes dans un jeu ainsi que la nature et la difficulté de ces problèmes ; ex : type de problèmes, difficulté, etc.), le contrôle (la capacité des actions du joueur à changer l'environnement et le contenu du jeu ; ex : déplacer des objets dans un jeu vidéo), l'environnement (l'environnement physique dans lequel le joueur est immergé), la possibilité de faire des choix (capacité à changer le jeu, personnalisation, etc.), la fiction (la nature de l'univers et de l'histoire du jeu), l'interaction humaine (la présence ou non d'interactions entre joueurs), l'immersion (la relation perceptive et affective du joueur avec le jeu ; ex : environnement en réalité virtuel), les règles/objectifs (le degré de clarté des règles du jeu, des objectifs et des informations sur la progression vers les objectifs).

Huang et al. (2021) ainsi que Ritzhaupt et al. (2021) ont identifié, dans des méta-analyses ayant inclus 30 travaux de recherches portant sur la gamification, 14 éléments de jeux spécifiquement utilisés pour gamifier l'enseignement (primaire, secondaire et universitaire). Contrairement à Bedwell et al. (2012), ici les éléments de jeux ne sont pas répartis en grandes catégories, mais en éléments opérationnels, directement implémentables dans les activités (ici enseignements) à gamifier. Ces éléments sont : quêtes, missions ou modules (la répartition des tâches à réaliser en différents "chunks"), badges et récompenses (le gain de récompenses, ex: badges, en cas de réussite à une tâche donnée), points et expérience (le système de quantification permettant d'évaluer une progression dans l'activité), classement (le classement métrique entre différents joueurs/apprenants), collaboration (la communication entre différents joueurs/apprenants), niveaux et avancement (la progression et l'obtention de nouvelles activités grâce à la réussite d'activité passées), avatars et customisation (la possibilité de choisir un personnage, avatar, dans l'activité d'apprentissage), activité chronométrée (la limite de temps fixée pour accélérer la prise de décision et le comportement des joueurs/apprenants), graphiques de performance (les données visuelles permettant de visualiser ses performances à un certain moment), narratif ou storytelling (la structure narrative dans l'organisation des différents modules/missions), retours (les retours sur les actions réalisées par les joueurs/apprenants), compétition (la mise en compétition entre les joueurs/apprenants), personnalisation (les retours personnalisés pour chaque joueur/apprenant), navigation non-linéaire (les différents chemins possibles durant l'activité).

En 2024, ces différents éléments de jeux sont intégrés dans les enseignements portant sur différentes disciplines (Sciences, Sciences sociales, mathématiques, médical, etc.) et à tous les stades de la scolarité (ex : primaire, collège, universitaire).

Modèles théoriques des serious game et de la gamification : évolution vers l'apprentissage gamifié

Alors que de nombreux travaux ont étudié l'efficacité des serious game et de la gamification sur les différents marqueurs de la réussite académique, qu'ils soient comportementaux, affectifs ou cognitifs (Krath et al., 2021), il existe encore un manque de compréhension des mécanismes, par lesquels les serious game et la gamification produisent leurs effets sur la réussite académique (Nacke et Deterding, 2017). De nombreuses théories explicatives issues de divers domaines de recherche, notamment la psychologie cognitive, la psychologie sociale et l'interaction homme-machine, ont été proposées pour expliquer l'efficacité des serious game et de la gamification (Krath et al., 2021).

Certaines théories mettent en avant que l'efficacité des serious game et de la gamification viendrait de processus plutôt motivationnels et émotionnels. C'est notamment le cas de théories basées sur la formation de la motivation, tels que les besoins psychologiques fondamentaux d'autonomie, de compétence et de lien social issus des théories de l'autodétermination (Ryan et Deci, 2017) ou de l'auto-efficacité, qui repose sur la conviction qu'a une personne de pouvoir accomplir une tâche donnée avec succès en ayant le comportement requis (Bandura, 1982). Certains éléments de jeux pourraient répondre à ces besoins, comme par exemple la customisation, c'est-à-dire le fait de choisir soit même certains éléments de son environnement d'apprentissage ou du contenu à apprendre, permettant une certaine autonomie (Kim et al., 2015). Le fait de proposer des éléments de jeu, comme des badges, des points d'expériences, etc. peut également directement impacter le sentiment de compétence de l'étudiant. Enfin, la mise en place d'équipe, de collaboration entre les étudiants, peut également répondre au besoin de lien social (Xi et Hamari, 2019).

D'autres théories, en particulier les "goal-setting" et "achievement goal theory", proposent que certains éléments de jeux permettent aux étudiants de se fixer des objectifs de réussite, comme

être haut dans les tableaux de classement, obtenir de bons retours (feedbacks), voir avancer les barres de progressions, réaliser des quêtes, etc. (Roosta et al., 2016).

Il existe d'autres fondements théoriques qui expliquent l'efficacité des serious game et de la gamification par l'observation de mécanismes comportementaux. Certaines théories, comme la théorie du renforcement (exemple le plus marquant du behaviorisme radical, Moore, 2011), considère les processus cognitifs de la formation du comportement comme une "boîte noire" et suggère des relations directes entre les stimuli et les résultats (Skinner, 1953). Dans ce cadre conceptuel, certains éléments de jeux, tels que les badges, les récompenses, les classements, etc., sont perçus comme des stimuli extrinsèques entraînant directement un apprentissage chez les étudiants (Berkovsky et al., 2012 ; Kordaki et Gousiou, 2017 ; Huang et al., 2019). Dans d'autres théories, le comportement est le résultat de mécanismes plus complexes. C'est le cas du modèle d'acceptation de la technologie, dans lequel l'utilisation des serious game et de la gamification passe par la perception de l'utilité de son usage, par la facilité d'utilisation, par les attitudes positives et par les intentions comportementales d'utilisation qui en découlent (Siala et al., 2020 ; Vanduhe et al., 2020).

Enfin, un troisième ensemble de théories postule que l'efficacité des serious games et de la gamification est liée à des déterminants et des processus d'apprentissage (cognitifs), notamment sociaux (Krath et al., 2021). La plupart de ces théories sont issues de la psychologie sociale, telles que la théorie de l'apprentissage social (Bandura, 1971), la théorie sociale cognitive (Bandura, 2001) et la théorie socioculturelle du développement cognitif (Vygotsky, 1978). Elles décrivent le rôle crucial des influences et des interactions socioculturelles dans les processus d'apprentissage réussis. Un concept central de la théorie de l'apprentissage social et de la théorie cognitive sociale, qui constitue une extension de la théorie de l'apprentissage social, est celui de l'apprentissage par imitation (vicarious learning), c'est-à-dire de l'apprentissage par l'observation des autres (Bandura, 1971). Ainsi, la réussite des serious game et de la gamification passerait par la conception et l'introduction de mécanismes de jeux qui permettent des processus d'observation sociale (Jeen et al., 2007) où, par exemple, la conception de personnages au profil particulier permettrait de simuler certaines situations d'apprentissages, métiers, etc. (Fuchslocher et al., 2011).

La théorie de l'apprentissage par l'expérience s'appuie sur plusieurs autres théories de l'apprentissage, telles que l'apprentissage constructiviste et le constructivisme social (Kolb et

Kolb, 2013), et met l'accent sur le processus de création de sens par l'expérience directe de l'individu en l'absence d'un enseignant, acquis par le biais d'expériences personnelles et environnementales plutôt que par l'enseignement (Kolb et Kolb, 2013). Concrètement, l'apprentissage pourrait donc passer par la conception d'environnements en réalité virtuelle pour permettre l'expérience, l'observation et l'expérimentation (Verkuyl et al., 2017).

Enfin, certaines théories, comme celle de la charge cognitive (Sweller, 1988, voir Chapitre 1 ; Poupard et al., 2024), soutiennent l'importance de la réduction de la charge cognitive extrinsèque du processus d'enseignement, ce que les éléments de jeux des serious game et la gamification devraient donc chercher à faire. Cette réduction augmenterait les ressources de la mémoire de travail consacrées à la charge cognitive intrinsèque, améliorant ainsi l'apprentissage (Sweller, 2010). Cependant, les travaux actuels débattent encore afin de savoir si les serious game et la gamification réduisent la charge cognitive extrinsèque ou s'ils ont tendance à l'augmenter produisant ainsi des effets contre-productifs sur l'apprentissage (Adams et Clark, 2014 ; Brom et al., 2019).

Il est important de noter que toutes ces théories ne sont pas mutuellement exclusives. Certaines sont directement reliées ou alors incluent en leur sein d'autres théories. Krath et al. (2021) ont réalisé une revue systématique de la littérature permettant de cartographier l'ensemble des théories explicatives des effets des serious game et de la gamification.

La Figure 3.1 montre les relations entre concepts théoriques, décrits en détail ci-dessus, les plus largement utilisés dans la recherche sur la gamification et les serious game. Chaque théorie est présentée sous la forme d'une bulle dont la taille correspond à sa popularité relative, c'est-à-dire à son nombre d'utilisations comme base conceptuelle dans les différents travaux identifiés dans la revue. Les bulles sont codées par couleur en fonction de leur orientation thématique (théories motivationnelles et émotionnelles, théories comportementales et théories basées sur les processus d'apprentissage sociaux et expérimentaux). Certaines théories sont d'une couleur mixte indiquant qu'il n'est pas possible de les classer. Les flèches pleines liant ces différentes théories indiquent qu'une théorie contient explicitement une autre théorie. Les lignes en pointillé indiquent la proximité supposée par Krath et al. (2021) entre deux théories.

Cependant, bien que ces théories ne soient pas mutuellement exclusives, les travaux les utilisent comme cadre théorique et font souvent le choix de justifier leur approche en sélectionnant une seule de ces théories. De plus, il est également important de noter que, parmi toutes ces théories,

aucune n'a été conçue pour les champs de recherches précis de la gamification et des serious game. Enfin, comme évoqué au début de ce chapitre, pendant longtemps, les travaux sur les serious game et la gamification ont évolué de façon séparée, et aucun cadre théorique n'a donc tenté de réunir et de proposer des mécanismes communs à ces deux pratiques.

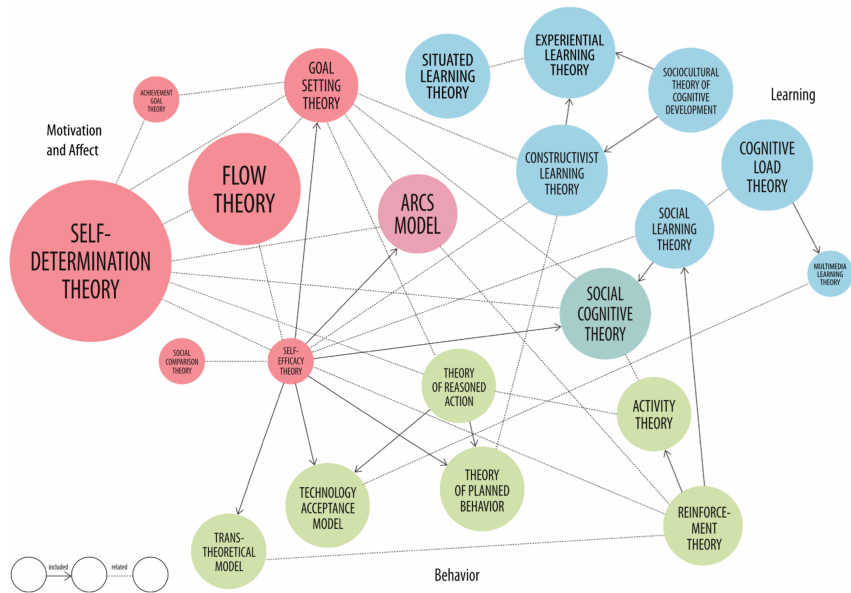


Figure 3.1 : Cartographie des relations entre les différentes théories présente dans les travaux de recherche sur la gamification et les serious game issu de Krath et al., (2021).

C'est donc afin de répondre à ces problématiques que Landers (2014) a proposé la théorie de l'apprentissage gamifié ("gamified learning theory" en anglais). Cette théorie peut être modélisée à travers quatre entités et différents liens entre ces entités : 1) le contenu du cours; 2) les résultats sur l'apprentissage (learning outcomes), correspondant aux différents marqueurs cognitifs de la réussite académique évoqués dans le Chapitre 1 (ex : moyenne générale, notes, etc.) ; 3) les résultats sur le comportement/l'attitude (behavioral/attitude outcomes), correspondant aux différents marqueurs comportementaux (ex : engagement, participation, etc.) et affectifs (ex : motivation, émotions, etc.) évoqués dans le Chapitre 1 ; 4) les éléments de jeu. Cette théorie est présentée de façon détaillée ci-dessous.

Selon cette théorie, un contenu de cours donné (ex: cours de mathématiques) a un effet direct sur les résultats de l'apprentissage (ex: l'acquisition de connaissances et la compréhension du contenu du cours, le développement de la capacité de résolution de problèmes et du raisonnement, le développement de l'esprit critique et de la pensée créative, etc.) ainsi que sur le comportement (ex: l'engagement, la participation en cours, le temps de travail, le nombre de tâches réalisées, etc.) et l'attitude (ex: la motivation, la satisfaction, les émotions, le sentiment de présence, etc.) des étudiants. Par exemple, un cours de mathématiques donné entraînera un certain niveau d'acquisition de connaissances du contenu mathématique enseigné, un certain niveau de motivation des étudiants, un certain niveau de satisfaction, etc. (Figure 3.2)

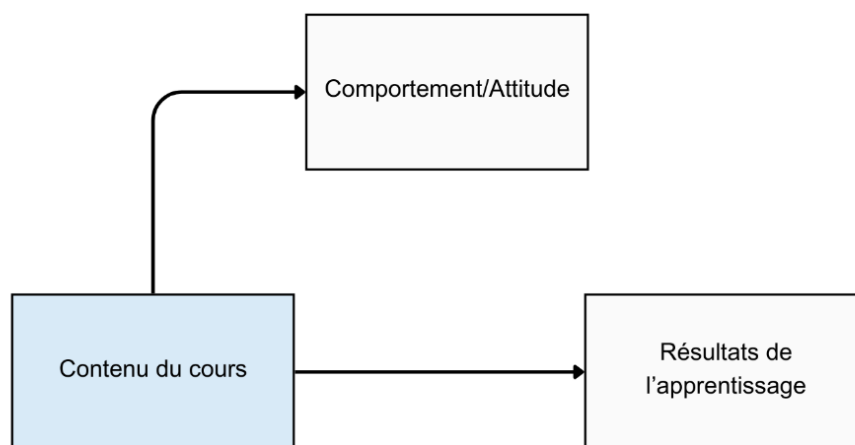


Figure 3.2 : Effets directs du contenu du cours sur le comportement, l'attitude et les résultats de l'apprentissage dans le modèle de Landers (2014).

Basé sur de nombreux travaux issus de la littérature, les comportements et l'attitude des étudiants influencent également les résultats de l'apprentissage (voir Chapitre 1). Par exemple, plus le niveau de motivation des étudiants augmente, plus les résultats de l'acquisition de connaissances du contenu mathématique vont être élevés (Figure 3.3).

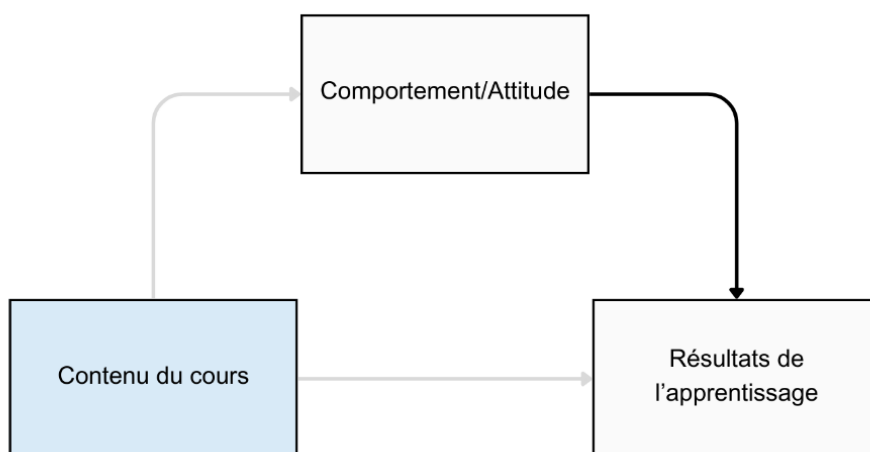


Figure 3.3 : Effets directs du comportement et de l'attitude et les résultats de l'apprentissage dans le modèle de Landers (2014).

Cependant, dans certaines situations, le niveau comportemental/attitude de l'étudiant n'est pas suffisamment élevé pour avoir un effet sur l'apprentissage jugé suffisant par l'enseignant. C'est dans ce contexte que Landers (2014) propose d'intégrer des éléments de jeu au cours existant. Les éléments de jeu peuvent alors avoir des effets positifs sur le résultat de l'apprentissage de deux façons différentes : 1) par effet sur le comportement/attitude qui modère l'effet des résultats de l'apprentissage (Figure 3.4) ; 2) par effet sur le comportement/attitude qui vont eux même avoir un effet sur les résultats de l'apprentissage (effet indirect médiateur) (Figure 3.5). Un effet médiateur décrit le processus par lequel une variable (V1) influence une autre variable (V2) via une autre variable intermédiaire, appelée la variable médiatrice. Autrement dit, la médiation explique comment ou pourquoi l'effet de V1 sur V2 se produit. (V1 → médiateur → V2). Bien qu'un effet direct de V1 sur V2 (V1 → V2) puisse exister, le Médiateur peut également parfois être nécessaire pour expliquer l'effet de V1 sur V2 (c'est-à-dire que sans médiateur, pas d'effet V1 → V2). C'est cette conceptualisation de la médiation qui est employée dans le modèle de Landers (2014).

Un effet modérateur est une variable qui modifie la force ou la direction de la relation entre une variable (V1) et une autre variable (V2). Autrement dit, le modérateur explique quand ou dans quelles conditions une relation entre deux variables est plus ou moins forte (V1 → V2, mais la force de cette relation dépend de la variable modératrice). Le modérateur n'est donc pas nécessaire pour observer l'effet V1 → V2.

La Figure 3.6 résume ces effets de médiation et de modération des éléments de jeu dans le cadre du modèle de Landers (2014).

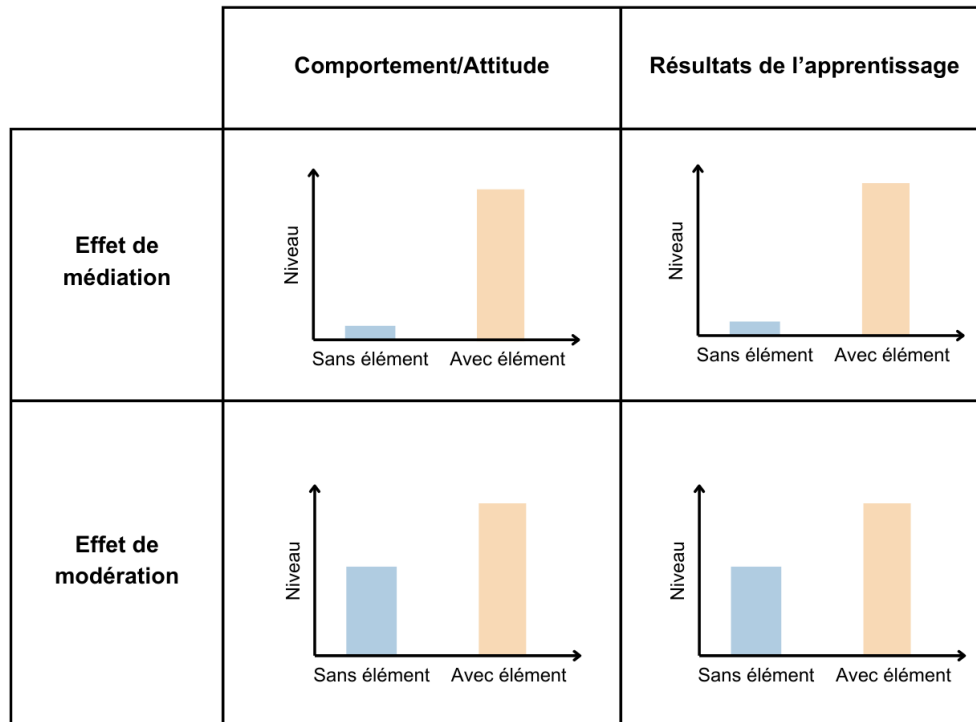


Figure 3.6 : Niveau de comportement/attitude et de résultats de l'apprentissage en fonction des effets de médiation et de modération et de la présence ou non d'éléments de jeux dans le cadre du modèle de Landers (2014).

Selon le modèle de Landers (2014), nous allons prendre un exemple d'effet de modération des éléments de jeu sur le lien entre comportement/attitude et résultats de l'apprentissage. Pour un enseignement en mathématiques (contenu du cours) qui engendrerait un certain niveau de participation (comportement), de motivation (attitude) et d'acquisition de connaissances (résultat de l'apprentissage) de la part des étudiants, rajouter un élément de jeu, comme donner des bons points aux étudiants lorsqu'ils participent, augmenterait la participation, la motivation et donc l'acquisition de connaissances des étudiants, renforçant la relation entre le contenu du cours et les résultats de l'apprentissage. Autrement dit, l'utilisation d'un élément de jeu augmenterait la motivation et la participation qui modèrent positivement la relation entre le contenu du cours et l'acquisition de connaissances (Figure 3.4).

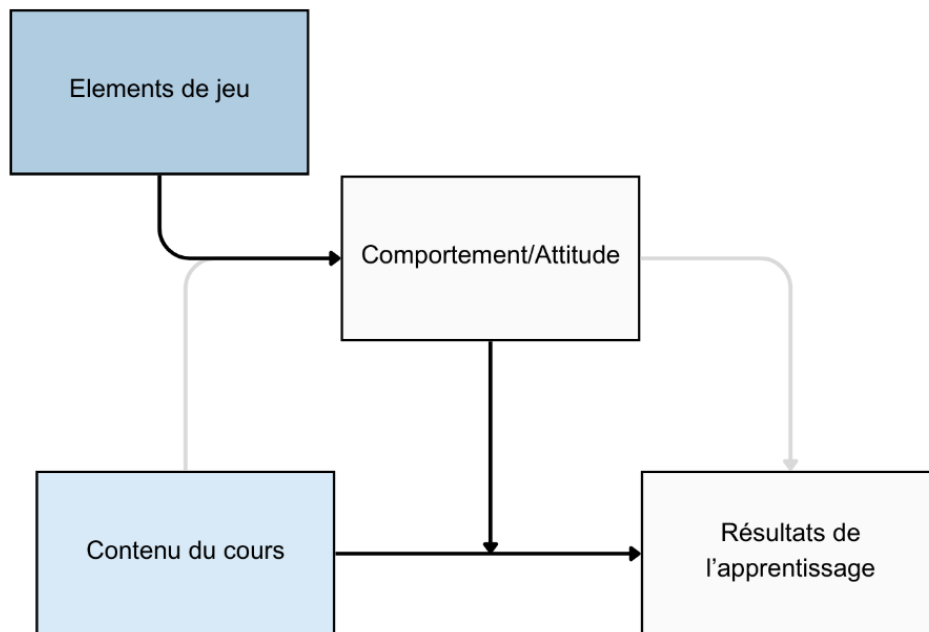


Figure 3.4 : Effet modérateur : les éléments de jeux font fluctuer le comportement, l'attitude et les résultats de l'apprentissage selon le modèle de Landers (2014).

Concernant l'effet des éléments de jeu sur le comportement/attitude qui vont eux-mêmes avoir un effet sur les résultats de l'apprentissage (effet indirect médiateur), un exemple peut également être donné. Pour un enseignement en mathématiques (contenu du cours), le contenu entraîne de la participation en cours (comportement), participation qui va permettre une augmentation de l'acquisition de connaissances (résultats de l'apprentissage). Selon le modèle de Landers (2014), sans l'élément de jeu, il n'y a pas de "comportement/attitude" (ex : pas engagement, pas de motivation), et sans ce "comportement/attitude", il n'y a pas de résultat sur l'apprentissage. Il y a donc un lien causal entre l'élément de jeu et le comportement/attitude et entre ce comportement/attitude et le résultat de l'apprentissage (Figure 3.5). Cet effet, dit médiateur, diffère de l'effet modérateur, qui lui ne fait que faire fluctuer (positivement de façon préférentielle) un effet déjà existant du contenu du cours sur les résultats de l'apprentissage.

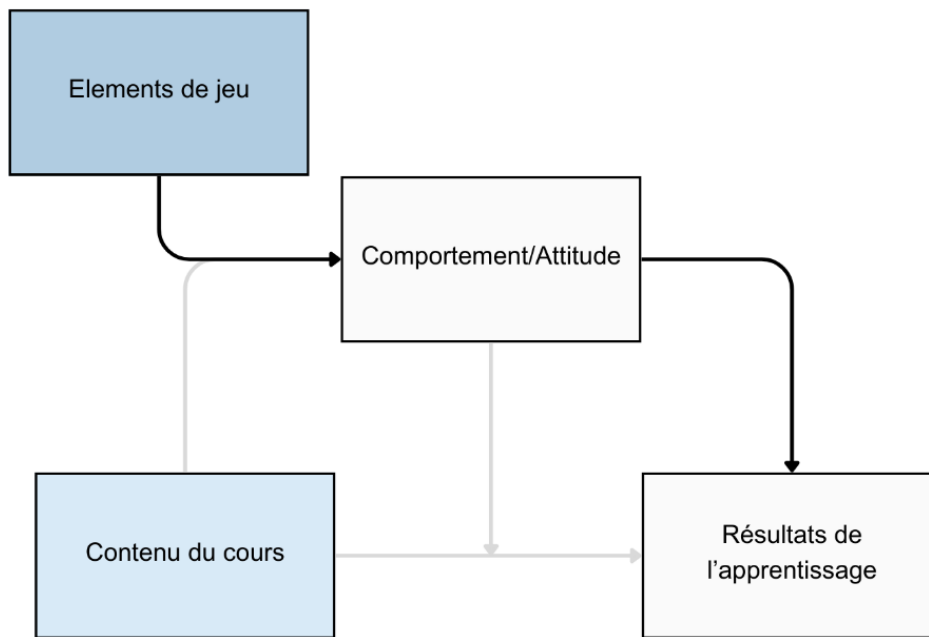


Figure 3.5 : Effet médiateur : les éléments de jeux influencent le comportement et l'attitude, qui eux-mêmes influencent les résultats de l'apprentissage selon le modèle de Landers (2014).

Ainsi, la théorie de l'apprentissage gamifié proposé par Landers (2014) est un cadre conceptuel spécifique et pertinent pour étudier les effets de chaque élément de jeu, pouvant être intégré dans un cours, sur les différents marqueurs de la réussite académique (cognitifs, comportementaux et affectifs).

Efficacité générale de l'apprentissage gamifié

De nombreux travaux de recherche ont étudié l'effet de l'apprentissage gamifié, et donc des éléments de jeux, sur les différents marqueurs de la réussite académique : cognitifs (Ge, 2018 ; Grivokostopoulou et al., 2016 ; Haruna et al., 2018 ; Su & Su, 2015), comportementaux (Ahmad et al., 2020 ; Barata et al., 2013 ; Denny et al., 2018 ; Poondej et Lerdpornkulrat, 2016 ; Tan et Hew, 2016 ; Zainuddin, 2018) et affectifs (Haruna et al., 2018 ; Lieberoth, 2015 ; Rouse, 2013 ; Sun et Hsieh, 2018 ; Wichadee et Pattanapichet, 2018 ; Zainuddin, 2018).

Ces résultats ont notamment été présentés et analysés dans le cadre de récentes méta-analyses (Huang et al., 2020 ; Kim et Castelli, 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Sailer et Homner, 2020 ; Yildirim et Şen, 2020).

Tout d'abord, les éléments de jeux permettent globalement d'améliorer les marqueurs affectifs de la réussite académique (Ritzhaupt et al., 2021 : $g = .574$ [.384, .764], $k = 19$, $N = 1974$; Sailer et Homner, 2020 : $g = .36$ [0.18, 0.54], $k = 16$, $N = 2246$) et plus précisément l'intérêt et le plaisir des étudiants à suivre le cours (Lieberoth, 2015 ; Haruna et al., 2018 ; Sun et Hsieh, 2018), leur attention accordée au cours (Haruna et al., 2018 ; Sun et Hsieh, 2018), leur motivation (Wichadee et Pattanapichet, 2018), notamment intrinsèque (Sun et Hsieh, 2018), leur perception de compétence et d'autonomie (Zainuddin, 2018), leur état de flow (Rouse, 2013), etc.

Les éléments de jeux les plus employés dans la littérature, sont les tableaux de classements, les badges/récompenses et les points d'expériences (Alomari et al., 2019 ; Dicheva et al., 2015). Par exemple, Haruna et al. (2018), ont étudié la gamification auprès de lycéens ($n = 120$) devant suivre un enseignement à la sexualité soit par l'intermédiaire d'un jeu vidéo incluant trois éléments de jeux (badges, tableaux de classement, systèmes de points) soit via un enseignement traditionnel. Les élèves ayant participé à la condition gamifiée ont jugé la leçon plus pertinente et plus intéressante et ont été plus attentifs et satisfaits que les élèves du groupe contrôle.

Dans leur méta-analyse, Ritzhaupt et al. (2021) soulignent que ce sont des éléments de jeux comme des retours d'information réactifs ("responsive feedbacks" en anglais, un retour d'information en temps réel aux apprenants lorsqu'ils entreprennent certaines actions comme, par exemple, suite à une erreur de réponse), les tableaux de classement, la compétition entre

étudiants, la collaboration entre étudiants et la navigation non-linéaire²⁵ qui favorisent l'amélioration des marqueurs affectifs de la réussite académique.

Concernant les marqueurs comportementaux de la réussite académique, les éléments de jeux sont également efficaces de façon générale (Ritzhaupt et al., 2021 : $g = .749$ [.465, 1.014], $k = 13$, $N = 1596$; Sailer et Homner, 2020 : $g = .25$, 95 [0.04, 0.46], $k = 9$, $N = 951$; Kim et Castelli, (2021) : $d = 0.48$ [0.33, 0.62], $k = 18$, $N = 19\ 618$) et permettent notamment d'améliorer le nombre d'activités d'auto-évaluation de ses capacités (Denny et al., 2018), l'engagement dans la séance de cours (Poondej et Lerdpornkulrat, 2016), le nombre de participations sur le forum du cours (Barata et al., 2013; Tan et Hew, 2016), le nombre de téléchargements des PowerPoint de cours (Barata et al., 2013), la participation en classe (Kim et Castelli, 2021 ; Ribeiro et al., 2018), la présence en cours (Ribeiro et al., 2018), etc.

Par exemple, Denny et al. (2018) ont montré que des étudiants en première année universitaire étaient amenés à réaliser plus d'activités d'auto-évaluation de type quiz pour réviser leurs cours via une plateforme en ligne lorsqu'ils étaient récompensés par des points et des badges en réponse à chaque création ou réalisation de quiz (menant au final à de meilleurs apprentissages). Dans leur méta-analyse récente, Ritzhaupt et al. (2021) soulignent que les éléments de jeux comme les retours d'information réactifs, la collaboration et la compétition entre étudiants et les tableaux de classement sont les plus efficaces. D'autres éléments de jeux ont également des effets sur les marqueurs comportementaux, comme la possibilité de créer un avatar, de customiser son environnement d'apprentissage, d'avoir le choix entre différents niveaux de difficulté (ex : dans des applications numériques), ou de pouvoir gagner des badges ou des récompenses (ex : en réalisant un certain nombre d'activités sur Moodle).

Enfin, de façon générale, les éléments de jeux permettent d'améliorer les marqueurs académiques cognitifs (Sailer et Homner, 2020 : $g = .49$ [0.30, 0.69], $k = 19$, $N = 1686$; Yıldırım et Şen, 2019 : $g = 0.557$ [0.32, 0.78], $k = 45$, $N = 3487$; Huang et al., (2020) : $g = .464$ [.244, .684], $k = 30$, $N = 3083$) dont notamment l'acquisition de connaissances (Ge et al., 2018 ; Grivokostopoulou et al., 2016 ; Haruna et al., 2018 ; Su et Su, 2015) et les notes (Ahmad et al., 2020 ; Zainuddin, 2018). Par exemple, Ahmad et al. (2020), ont montré que des étudiants

²⁵ L'environnement d'apprentissage gamifié offre aux apprenants des voies multiples pour atteindre les mêmes objectifs finaux, par opposition à une séquence linéaire prescrite.

universitaires en informatique avaient de meilleures notes aux examens finaux lorsque des éléments de jeux étaient introduits lors de tests réalisés pendant les séances de cours (gain de points, gain de badges, gain de places dans un tableau, etc.). Cet effet était renforcé lorsque les étudiants étaient répartis en groupe et que les résultats des tests ne leur étaient pas communiqués individuellement, mais uniquement comme un résultat global de groupe.

Parmi les éléments de jeux les plus efficaces, on retrouve la collaboration, la mise en place de niveaux de difficulté et les retours d'information réactifs (Huang et al., 2020), alors que ce sont les tableaux de classements, les badges et les points d'expériences qui sont les éléments de jeux les plus utilisés.

Bien que tous ces résultats semblent indiquer un effet positif de la l'apprentissage gamifié et des éléments de jeux sur les différents marqueurs de la réussite académique, certaines précisions sont à apporter.

Il est notamment important de souligner que des travaux ont également montré que dans certaines situations, les éléments de jeux peuvent avoir des effets neutres ou négatifs sur les marqueurs cognitifs (performance académique (Arnab et al., 2016 ; Watson-Huggins, 2018), affectifs (motivation, satisfaction empowerment, etc.) et comportementaux (Hanus et Fox, 2015) de la réussite académique.

Ce résultat est particulièrement fréquent pour les marqueurs cognitifs de la réussite académique (Huang et al., 2020). Une explication peut être donnée par la théorie de l'évaluation cognitive (Deci et Ryan, 1985), notamment concernant les éléments de jeux prenant la forme de "récompenses" comme les badges, points d'expériences, places dans un classement, etc. La théorie de l'évaluation cognitive prédit que, lorsqu'une récompense est perçue comme un moyen de contrôle, elle peut amener l'individu à se sentir moins compétent et moins maître de la situation, ce qui diminue sa motivation intrinsèque. Par exemple, lorsqu'un système de récompenses, de badges, etc. est imposé lors d'un cours que les étudiants trouvent déjà intéressant, ce système peut sembler contraignant et forcé (Hanus et Fox, 2015), ce qui peut impacter négativement l'apprentissage et donc l'acquisition de connaissances ou encore les notes aux examens.

De plus, parmi tous les éléments de jeux, certains éléments considérés comme efficaces sur les différents résultats académiques restent encore peu étudiés, comme la navigation non-linéaire et la collaboration, nécessitant la mise en place de futurs travaux s'intéressant spécifiquement à ces éléments (Huang et al., 2020 ; Ritzhaupt et al., 2021).

Le dernier point de précision à apporter est que l'efficacité des éléments de jeux peut notamment varier en fonction des traits de personnalités des étudiants (Buckley et Doyle, 2017 ; Codish et Ravid, 2014 ; Denden et al., 2024), mais aussi du niveau d'études, de la discipline, de la durée de la mise en place des éléments de jeu, etc. (Denden et al., 2024 ; Huang et al., 2020 ; Kim et Castelli, 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Sailer et Homner, 2020 ; Yıldırım et Şen, 2020).

Certains travaux montrent, par exemple, une corrélation positive entre une bonne perception de l'apprentissage gamifié et l'extraversion et l'ouverture d'esprit (Buckley et Doyle, 2017 ; Codish et Ravid, 2014 ; Denden et al., 2018), alors qu'une corrélation négative est plutôt observée avec la conscienciosité et le névrosisme (Buckley et Doyle, 2017). Concernant le niveau d'étude, l'efficacité de l'apprentissage gamifié est présente à tout niveau, mais est plus élevée à l'Université pour les marqueurs cognitifs et comportementaux de la réussite (Huang et al., 2020 ; Ritzhaupt et al., 2021) et au niveau primaire pour les marqueurs affectifs (Ritzhaupt et al., 2021).

L'étude de ces éléments de jeux et de leur capacité à rendre les cours plus engageants, plus agréables et à améliorer ainsi l'acquisition des connaissances constitue un enjeu académique majeur (Landers, 2014). Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéresserons à leur introduction dans deux pratiques pédagogiques de plus en plus répandues dans l'enseignement universitaire : les quiz gamifiés et la réalité virtuelle.

Apprentissage gamifié avec les quiz

Effet des quiz sur les marqueurs de la réussite académique

L'utilisation des quiz dans l'enseignement fait l'objet d'une attention considérable de la part des chercheurs depuis le début du siècle dernier, auparavant dans leurs versions traditionnelles papier-crayon (Abbott, 1909), et maintenant dans leurs versions numériques (ex : via ordinateur, mobile, etc.).

Leur utilisation peut à la fois avoir pour objectif d'évaluer les connaissances et/ou de noter les étudiants, mais aussi de servir en tant qu'activité, dite "stratégie d'engagement" (Chi et Wylie, 2014), visant à améliorer l'engagement, la motivation, la satisfaction, l'acquisition de connaissances, etc., des étudiants durant leurs séances de cours (Roediger et Karpicke, 2006 ; Yang et al., 2021). Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéresserons et discuterons de l'usage des quiz en tant qu'activité pédagogique.

Une activité de type quiz consiste à demander à des étudiants de rappeler ou d'appliquer des informations étudiées pour résoudre un problème prenant la majorité du temps la forme d'une question à choix multiples, mais pouvant également consister en un remplissage d'espaces vides ("fill-in-the-blank" en anglais), à du rappel libre, à la rédaction de courts essais, etc.

Traditionnellement réalisés sur papier (Abbott, 1909), à partir des années 50, c'est par l'intermédiaire de clickers (ou "student response system"), de boîtiers permettant aux étudiants de sélectionner les réponses aux questions posées (Aljaloud et al., 2015), que sont réalisés les quiz. Aujourd'hui les téléphones portables des étudiants ont remplacé les boîtiers.

Depuis l'apparition des quiz, les travaux visent à évaluer leurs effets sur les marqueurs académiques cognitifs, notamment la rétention d'informations et la performance académique des étudiants à la fin du semestre (Chien et al., 2016). Cet effet spécifique des quiz sur la rétention d'information est également appelé l'effet test (aussi appelé "retrieval practice", "active recall", "practice testing", ou "test-enhanced learning" en anglais) (Roediger et Butler, 2011)

Afin d'évaluer l'efficacité des quiz, les recherches consistent à comparer des étudiants prenant part à une activité de type quiz durant une séance de cours à des étudiants ne réalisant aucune

activité ou une autre activité (ex : cartes conceptuelles²⁶, relecture²⁷, etc.). Sur la Figure 3.7., adaptée de Yang et al. (2021), différents protocoles types sont présentés : (A) : la comparaison d'un groupe d'étudiants suivant un nombre X de cours comportant un quiz en fin de séance avec un groupe d'étudiants (groupe contrôle) suivant les mêmes X cours sans quiz à la fin. La performance des deux groupes (ex : note à un examen, quiz final, etc.) est comparée à la suite des X cours ; (B) : Protocole identique au (A), à la différence que le quiz est réalisé avant le début du/des cours ; (C) : Protocole identique au (A), à la différence que les étudiants du groupe contrôle réalisent également une activité (ex : cartes conceptuelles, relecture du cours, etc.).



Figure 3.6. : (A) : Exemple de protocoles impliquant un groupe d'étudiants réalisant un quiz à la fin d'une ou plusieurs séances de cours comparé à un groupe d'étudiants suivant le même cours mais ne réalisant aucun quiz. (B) : Exemple identique au protocole précédent mais avec un quiz réalisé en début de séance. (C) : Exemple identique au premier protocole mais le groupe contrôle réalise une activité différente du quiz.

²⁶ Les cartes conceptuelles ("concept maps" en anglais) désignent la réalisation d'une représentation graphique du cours consistant à identifier les différents concepts clés du cours, à les représenter sous formes de nœuds (ronds, rectangles, etc.) puis à relier ces différents nœuds entre eux en fonction de leurs liens (ex : "mène à", "prévient que", "favorise", etc.) (Chi et Wylie, 2014).

²⁷ La re-lecture consiste à demander aux étudiants de re-lire le contenu de leur prise de note, le PPT du cours, etc. (Chi et Wylie, 2014).

Par l'intermédiaire de ce type de protocoles, plusieurs méta-analyses ont montré que la mise en place de quiz permettait d'améliorer les résultats académiques des étudiants dans leur globalité par rapport aux groupes contrôles (Bangert-Drowns et al., 1991 : $M = 0.23$ [$SD = 0.23$], $k = 35$, $N = 619$; Schwieren et al., 2017 : $d = 0.56$ [$0.40, 0.71$], $k = 72$; Yang et al., 2021 : $g = 0.499$ [$0.442, 0.557$], $k = 222$, $N = 48,478$), mais plus précisément l'apprentissage de faits (ex : dates historiques), de concepts (intégrer différents éléments d'information et faire des déductions qui vont au-delà de l'expérience directe) (Yang et Shanks, 2018), ou la résolution de problèmes (appliquer les connaissances ou les compétences acquises pour résoudre de nouveaux problèmes dans de nouveaux contextes) (Yang et al., 2021).

Ces travaux ont également montré que les quiz permettent un meilleur apprentissage, quels que soient le niveau d'étude (primaire, collège, lycée, université), les disciplines (psychologie, biologie, histoire, etc.), le moment du test (début, fin du cours), le nombre de questions posées, etc. (Yang et al., 2021). Ces effets sur l'apprentissage sont observés à court terme, c'est-à-dire à la fin des sessions de cours intégrant les quiz, mais aussi à long terme (1 semaine, 1 mois, ou à la fin du semestre) (Nelson et al., 2012 ; Yang et al., 2021). La littérature a également montré qu'il est possible de maximiser les effets des quiz sur l'apprentissage en donnant un feedback immédiat aux étudiants sur leurs réponses (Yang et al., 2021).

Certaines études ont même montré que les activités de type quiz améliorent la rétention du contenu du cours non testé durant cette activité (Yang et al., 2021). C'est-à-dire que le fait de faire un quiz en cours portant sur un concept A permet non seulement de mieux retenir ce concept A, mais aussi de mieux retenir un concept B, traité pendant le cours, mais non traité dans le quiz (Cho et al., 2017), bien que l'effet soit moindre que pour le concept A (Yang et al., 2021). Ce résultat reste cependant encore beaucoup débattu (Yang et al., 2021).

Gamification des quiz et efficacité sur les marqueurs de la réussite académique

Dans le but de rendre ces quiz encore plus attractifs et engageants pour les étudiants, des technologies numériques récentes, telles que Kahoot ou Wooclap, visent à proposer des versions gamifiées des quiz (Wang et Tahir, 2020 ; Zhang et Yu, 2021). Ces quiz gamifiés permettent aux étudiants de répondre à des quizzes depuis leur téléphone. Ils ajoutent, par rapport aux quiz traditionnels papier-crayon (Moreno-Medina *et al.*, 2023), des éléments de jeu, tels qu'un chronomètre intégré, des points de récompenses, un tableau de classement, de la musique, la possibilité de jouer en groupe, etc. (Wang et Tahir, 2020) (voir Figure 3.7).



Figure 3.7 : Exemple d'un quiz Wooclap affiché par le rétroprojecteur dans la salle de cours. Différents éléments de jeux sont présents : 1) Chronomètre ; 2) Affichage des réponses (feedbacks) ; 3) Affichage de la répartition des réponses (ex : 40% ont répondu la réponse 1) ; 4) Classement des étudiants.

A titre d'exemple, la plateforme Kahoot compte 70 millions d'utilisateurs actifs mensuels et est utilisée par 50 % des élèves américains de la maternelle au lycée et par des millions d'étudiants universitaires (Wang et Tahir, 2020). D'autres plateformes, permettant aux enseignants de proposer des quiz gamifiés à leurs étudiants, existent également comme Socrative, Quizlet ou encore Wooclap (Chien, 2015 ; Dervan, 2014).

Comme pour les travaux sur la gamification, les chercheurs étudient l'efficacité des quiz gamifiés en faisant généralement la distinction entre les marqueurs comportementaux (ex : l'engagement, la participation, la collaboration sociale, les attitudes envers la technologie, etc.), les marqueurs cognitifs (ex : l'acquisition de connaissances, la pensée critique, la pensée créative, la charge cognitive) et les marqueurs affectifs (ex : la motivation, la satisfaction, les émotions, l'immersion, etc.) (Bloom, 1956 ; Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makri, 2017). La plupart des études ont montré que les quiz gamifiés peuvent améliorer la motivation, le plaisir, l'engagement, la concentration, etc. des étudiants par rapport à l'absence d'activité ou aux quiz traditionnels (Aktekin et al., 2018 ; Licorish et al., 2018 ; Morillas Barrio et al., 2016 ; Wang et al., 2016). Par exemple, Sprenger et Schwaninger (2021) ont montré que les étudiants avaient une meilleure perception de l'utilité des quiz gamifiés en comparaison à différents groupes contrôles (possibilité de pouvoir poser des questions à l'enseignant avec une

application, cours à distance, application mobile de réalité virtuelle). Les quiz gamifiés étaient également l'activité que les étudiants souhaitaient le plus pouvoir refaire dans leurs cours à l'avenir.

D'autres études ont également montré que les quiz gamifiés améliorent l'acquisition des connaissances des étudiants, bien que peu d'études aient été menées et que les résultats soient hétérogènes (Licorish et al., 2018 ; Morillas Barrio et al., 2016 ; Zhang et Yu, 2021).

Les limites des travaux sur les quiz gamifiés

Les recherches actuelles sur l'efficacité des quiz gamifiés les considèrent comme un système unique alors que les modèles théoriques récents soulignent l'importance d'identifier chacun des éléments spécifiques, dans le but d'indiquer aux enseignants les éléments de jeu les plus efficaces à incorporer dans leurs cours (Krath et al., 2021 ; Landers, 2014 ; Yang et al., 2021). En effet, comme nous l'avons vu, la "Théorie de l'apprentissage gamifié" (Landers, 2014), suggère de s'intéresser spécifiquement à chaque élément de jeu pouvant être présent dans une activité gamifiée afin d'évaluer son efficacité sur les marqueurs comportementaux, affectifs et cognitifs de la réussite académique. Pour rappel, neuf catégories d'éléments de jeu sont identifiées : langage d'action (la façon d'interagir, de s'engager avec l'interface de jeu ; ex : souris, clavier, etc.), l'évaluation (la nature et le contenu de tout retour d'information donné au joueur au cours d'un jeu ; ex : score, barre de progression, etc.), le conflit/le défi (la présentation des problèmes dans un jeu ainsi que la nature et la difficulté de ces problèmes ; ex : type de problèmes, difficulté, etc.), le contrôle (la capacité des actions du joueur à changer l'environnement et le contenu du jeu ; ex : déplacer des objets dans un jeu vidéo), l'environnement (l'environnement physique dans lequel le joueur est immergé), la possibilité de faire des choix (capacité à changer le jeu, personnalisation, etc.), la fiction (la nature de l'univers et de l'histoire du jeu), l'interaction humaine (la présence ou non d'interactions entre joueurs), l'immersion (la relation perceptive et affective du joueur avec le jeu ; ex : environnement en réalité virtuel), les règles/objectifs (le degré de clarté des règles du jeu, des objectifs et des informations sur la progression vers les objectifs) (Bedwell et al., 2012 ; Landers, 2014).

Certaines études ont donc porté sur le rôle de certains de ces éléments de jeu sur l'efficacité des quiz gamifiés, avec des résultats mitigés. Sanchez et al. (2020) ont étudié l'effet de trois

éléments de jeu (c'est-à-dire une option de pari sur les bonnes réponses, une barre de progression, l'envoi de messages d'encouragement) d'un quiz gamifié (par rapport à des quiz de contrôle non gamifiés) sur l'acquisition de connaissances d'étudiants (n = 473). Ils ont montré un effet de ces 3 éléments de jeu sur l'acquisition des connaissances à court terme, mais pas à long terme. Cigdem et al. (2024) ont étudié l'effet de l'utilisation d'un tableau de classement dans des quiz gamifiés avec des étudiants en informatique (n = 96). Les étudiants dans la condition gamifiée ont complété plus de quiz, mais n'ont pas montré d'amélioration significative en termes d'acquisition de connaissances par rapport au groupe contrôle. Mimouni (2022) a cherché à savoir si le retour réflexif sur le cours (RCF) dans des quiz gamifiés améliore l'acquisition des connaissances chez des étudiants de première année de licence en Lettres et Sciences Humaines. Ils ont montré que les étudiants qui ont joué avec les quiz gamifiés avec RCF avaient des scores d'acquisition de connaissances significativement plus élevés que ceux qui ont joué avec les mêmes quiz gamifiés sans RCF. Licorish et al. (2018) ont montré que certains éléments du Kahoot, tels que la compétition et l'anonymat, étaient considérés par les étudiants (n = 14) comme favorisant l'engagement et la participation pendant le cours, bien que certains étudiants aient souligné que la compétition pouvait également avoir un impact négatif sur leur expérience d'apprentissage.

Cependant, parmi les différentes catégories d'éléments de jeu, deux ont été peu ou pas étudiées dans le domaine de recherche des quiz gamifiés. Il s'agit du rôle de l'interaction active avec l'application du quiz gamifié elle-même (catégorie langage d'action) et du rôle de la collaboration entre les étudiants (catégorie interaction humaine) sur les différents marqueurs de la réussite académique.

En effet, le fait que les étudiants s'engagent activement dans les quiz gamifiés en interagissant avec l'écran tactile du téléphone est considéré comme un élément de jeu à part entière. Dans d'autres types de stratégies d'engagement que les quiz gamifiés, de nombreuses études théoriques et expérimentales ont montré que l'apprentissage actif conduit à de meilleurs résultats cognitifs, tels qu'une meilleure acquisition des connaissances, mais aussi à de meilleurs résultats comportementaux et émotionnels (Chi et Wylie, 2014). Dans la recherche sur le rôle de la modalité passive/active dans les quiz, certains travaux ont étudié ces effets en comparant les étudiants participant à des activités de type quiz papier-crayon à des étudiants participant à des activités telles que la relecture de cours, le visionnage de vidéos, etc. qui sont considérées comme des activités passives (Yang et al., 2021). Cependant, comparer les quiz et les activités

de relecture ne revient pas à comparer exclusivement les facteurs actifs/passifs, car ces situations diffèrent sur de nombreux aspects (contenu, stratégies cognitives employées, etc.). Une évaluation pertinente de ces deux situations impliquerait donc nécessairement de comparer les étudiants qui répondent aux quiz sur l'écran tactile du téléphone avec les étudiants qui sont exposés au même contenu de quiz, mais qui n'y répondent pas. Or, à ma connaissance, les études sur les quiz gamifiés comparent leurs effets uniquement à des groupes contrôles qui réalisent d'autres types d'activités gamifiées (Douligieris et al., 2018 ; Wang, 2019), d'autres quiz non gamifiés (Wang et al., 2016) ou qui n'incluent pas de groupe de contrôle (Iwamoto et al., 2017 ; Medina et Hurtado, 2017 ; Pechenkina et al., 2017), ce qui ne permet pas d'évaluer réellement l'effet de l'implication active de l'étudiant avec l'application du quiz.

Pour comparer spécifiquement la modalité active du quiz à une modalité passive, l'auto-explicitation est une pratique appropriée. En effet, l'auto-explication désigne une pratique où les étudiants doivent réfléchir à un contenu, dans ce cas similaire au contenu du quiz, sans impliquer de réponse (Bisra et al., 2018 ; Chi et Wylie, 2014). La comparaison entre le quiz gamifié et l'auto-explication gamifiée permet donc une comparaison stricte des effets actifs-passifs avec le même contenu de cours.

Cette comparaison sera étudiée dans l'article n°4 de cette thèse (voir Chapitre 7).

Comme indiqué précédemment, un autre élément des jeux peu évalué est le rôle de la collaboration pendant les activités de quiz. Alors que certaines études ont examiné le rôle de la collaboration dans des stratégies d'engagement n'incluant pas de quiz, d'autres se sont concentrées spécifiquement sur les quiz, mais aucune, à ma connaissance, ne s'est intéressée aux quiz gamifiés.

En ce qui concerne les travaux sur les stratégies d'engagement (autres que les quiz), de nombreuses études ont examiné l'effet de la mise en œuvre de la collaboration entre les étudiants dans différentes pratiques d'enseignement visant à encourager l'engagement des étudiants, telles que la prise de notes, les cartes conceptuelles, etc. (Chi et Wylie, 2014). Ces travaux ont montré que la collaboration peut affecter différents marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs, comme l'acquisition de connaissances et la réduction de l'anxiété (Chi et Wylie, 2014).

Concernant les quiz traditionnels (quiz papier ou non gamifiés), la récente méta-analyse de Yang et al. (2021) tend à montrer un effet généralement positif de la collaboration entre étudiants sur l'acquisition des connaissances. Par exemple, Rezaei et al. (2015) ont montré que les quiz collaboratifs étaient plus efficaces que les quiz individuels sur l'acquisition de

connaissances à court terme pour des étudiants ($n = 288$) suivant un cours de "Quantitative Research Methods", même si ces effets ne sont pas nécessairement maintenus à long terme. Plus rarement, des articles ont également montré des effets sur des marqueurs comportementaux ou affectifs, comme le fait que les étudiants engagés dans des quiz traditionnels collaboratifs étaient plus satisfaits que les étudiants engagés individuellement (Leight et al., 2012). Cependant, pour certains auteurs, l'effet de la collaboration sur les marqueurs cognitifs doit être nuancé, notamment en raison du faible nombre d'articles dans la littérature et de certaines limites méthodologiques (absence de contrôle de base, absence de test différé, problèmes de sélection de groupe, etc.). Comme mentionné ci-dessus, à ma connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur le rôle de la collaboration dans les quiz gamifiés. Face au développement et à l'utilisation massive des quiz gamifiés dans l'enseignement et dans l'optique d'une meilleure identification des pratiques pédagogiques pertinentes à l'Université (Zhang et Yu., 2021), l'évaluation, dans les quiz gamifiés, de l'effet de la collaboration sur la réussite académique (marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs) constitue une perspective de recherche pertinente. Le rôle de la collaboration dans les quiz gamifiés sera étudié dans l'article n°4 de cette thèse (voir Chapitre 7).

Apprentissage gamifié avec les environnements de réalité virtuelle à visée éducative

Définitions

La réalité virtuelle (RV) peut être décrite comme une mosaïque de technologies qui soutiennent la création d'environnements spatiaux tridimensionnels (3D) synthétiques et hautement interactifs qui représentent des situations réelles ou non (Mikropoulos et Natsis, 2011).

Dans leur méta-analyse, Coban et al. (2022) classent les environnements de RV en 3 catégories : 1) la RV sur ordinateur dans laquelle les utilisateurs peuvent interagir avec le contenu à l'aide d'un clavier, d'une souris, d'une manette ou d'un écran tactile (Lee et Wong, 2014) ; 2) La RV basée sur l'utilisation de casques de RV ; 3) la RV via les écrans de projection, notamment les CAVE ("Cave Automatic Virtual Environment") où l'utilisateur est immergé dans un cube composé de 5 ou 6 faces sur lesquelles l'environnement est projeté. En fonction du type de RV employée, deux dimensions majeures au cœur des débats sur l'efficacité de la RV vont fluctuer : l'immersion et le sentiment de présence.

L'immersion désigne les moyens technologiques (logiciels et matériel) mis en place afin de transférer l'attention de l'utilisateur vers l'environnement virtuel (Larrue, 2011). Steuer (1992) distingue deux caractéristiques de l'immersion : la richesse sensorielle ("vividness" en anglais) et l'interactivité.

La richesse sensorielle réfère à la capacité d'un environnement virtuel (EV) à reproduire un environnement sensoriellement riche, à l'aide de dispositifs et matériels utilisés pour remplacer les sens de l'être humain dans un EV (Larrue, 2011). Elle se compose de 2 éléments : l'étendue sensorielle, c'est-à-dire l'ensemble des organes sensoriels qui sont stimulés simultanément pour arriver à percevoir l'environnement ; et la qualité sensorielle qui correspond au nombre et au type d'informations sensorielles disponibles pour un canal sensoriel (Steuer, 1992).

L'interactivité correspond quant à elle aux possibilités qu'à l'utilisateur de l'EV de modifier la forme ou le contenu de l'EV en temps réel (Steuer, 1992). L'utilisateur interagit avec l'environnement via des interfaces motrices (joystick, mouvements, clavier, parole, etc.) qui transmettent ses actions à une application informatique, laquelle les traite et génère des réponses sensorielles (visuelles, auditives, olfactives, etc.) ou motrices restituées à l'utilisateur (Larrue, 2011). Cette interaction repose sur une boucle "perception, cognition, action", où l'utilisateur

perçoit, évalue et interprète les effets de ses actions pour ajuster son comportement (Fuchs et al., 2006). Deux autres facteurs structuraux sont essentiels pour l'immersion : la cohérence, qui vise à synchroniser et maintenir une cohérence spatiale et temporelle des diverses stimulations sensorielles, et la correspondance, qui établit un lien entre l'action du sujet et son impact sur l'environnement virtuel (Larrue, 2011). Il est également important de noter que d'autres éléments tels que l'isolement par rapport à l'environnement physique, le point de vue à la première personne (Dede et al., 2009 ; Mikropoulos et Natsis, 2011) et le type d'interfaces (interacteurs visuels, olfactifs, sonores, haptiques, etc.) (Larrue, 2011) ont également une influence sur l'immersion de l'utilisateur.

Comme le montre la Figure 3.8, il est donc possible de classer différents outils et technologies selon leur niveau d'immersion, et donc en fonction de la richesse sensorielle et de l'interactivité proposée. Cependant, bien qu'il soit possible de classer ces différentes technologies, comme nous allons le voir, il est aussi important de noter que la frontière entre les technologies et les logiciels considérés comme étant ou n'étant pas de la RV est parfois floue. Voici des exemples. Une photo ne mobilise qu'une seule modalité sensorielle (vision) et ne permet aucune interactivité, ce n'est donc pas de la RV. Le jeu vidéo Pong, datant de 1972 et consistant à renvoyer une balle blanche à travers un terrain (fond d'écran noir), ne mobilise que deux modalités : l'une sensorielle (vision) et l'autre motrice bidimensionnelle (joystick de bas en haut), cette dernière permettant donc d'interagir dans l'environnement du jeu en faisant déplacer la raquette et la balle. Les niveaux de modalité sensorielle et d'interactions étant limités dans ce jeu, il n'est donc pas considéré comme un jeu en RV (Wolf, 2007).

D'autres technologies comme la 4D E-MOTION permettent de proposer une séance de cinéma en mobilisant un très grand nombre de modalités sensorielles (vision en 3D, projection d'air, vibrations, projection d'odeurs, projection d'eau, etc.), avec des fauteuils mouvants et un écran en très haute définition. Cette technologie offre donc une très grande richesse sensorielle, mais les spectateurs n'interagissent avec le contenu du film, ce qui ne permet pas de la classer comme une technologie de RV (voir Figure 3.8).

La classification devient difficile pour certains jeux vidéos modernes contemporains offrant aux joueurs des mondes en 3D en très haute définition avec une interaction très élevée via une infinité d'actions et de modifications possible de l'environnement (ex : The Legend of Zelda : Breath of the Wild). Traditionnellement, dans la littérature, ces jeux ne sont pas classés en tant qu'environnement de réalité virtuelle, alors que selon la classification de Coban et al. (2022), l'utilisateur interagit bien avec un monde hautement interactif à l'aide d'une souris, d'un clavier

ou d'une manette et propose une stimulation sensorielle visuelle, auditive et parfois tactile via les vibrations de la manette.

A contrario, les laboratoires virtuels permettant à des étudiants de mieux comprendre certains concepts ou d'apprendre à utiliser virtuellement certaines machines (ou à réaliser certaines manipulations) sont admis communément comme des environnements de RV dans la littérature, malgré une prédominance d'interactions uniquement réalisées par l'intermédiaire d'une souris et d'un clavier (Azizah et Aloysius, 2021 ; Byukusenge et al., 2022 ; Potkonjak et al., 2016 ; Zaturrahmi et al., 2020). Ainsi, la dénomination RV est dépendante d'une frontière floue pouvant varier en fonction du champ d'activité ou encore du contenu proposé. Afin de donner une définition simplifiée de la réalité virtuelle, cette dernière pourrait alors désigner la capacité à interagir avec un environnement numérique, avec des niveaux d'immersions plus (RV immersive) ou moins (RV non-immersive) élevées.

Dès lors que l'utilisateur est équipé d'un casque de réalité virtuelle et qu'il est plongé dans un environnement avec lequel il peut interagir, l'appellation d'environnement de RV ne porte alors plus à discussion, que cela concerne un jeu vidéo (ex : Ping Pong VR), un système de visioconférence (ex : Horizon Workrooms), etc. (Coban et al., 2022).

Parmi les environnements de RV les plus immersifs, (au-delà des CAVE) de récentes salles de réalité virtuelle (ex : The Edge à Paris) sont en plein développement. Elles proposent une combinaison des casques et manettes de réalité virtuelle (HTC Vive Pro 2, Meta Quest Pro, etc.) immergeant dans des jeux vidéos interactifs (jeux de stratégies, jeux de tirs, etc.), tout en mettant le joueur dans une salle complétant les différentes stimulations sensorielles proposées par les casques RV (projection d'air, projection de chaleur, etc.). Le tout est jouable en multijoueur, permettant l'interaction et la collaboration entre les différents joueurs. Ces salles de RV offrent donc à la fois un très haut niveau de richesses sensorielles et un très haut niveau d'interactivité.

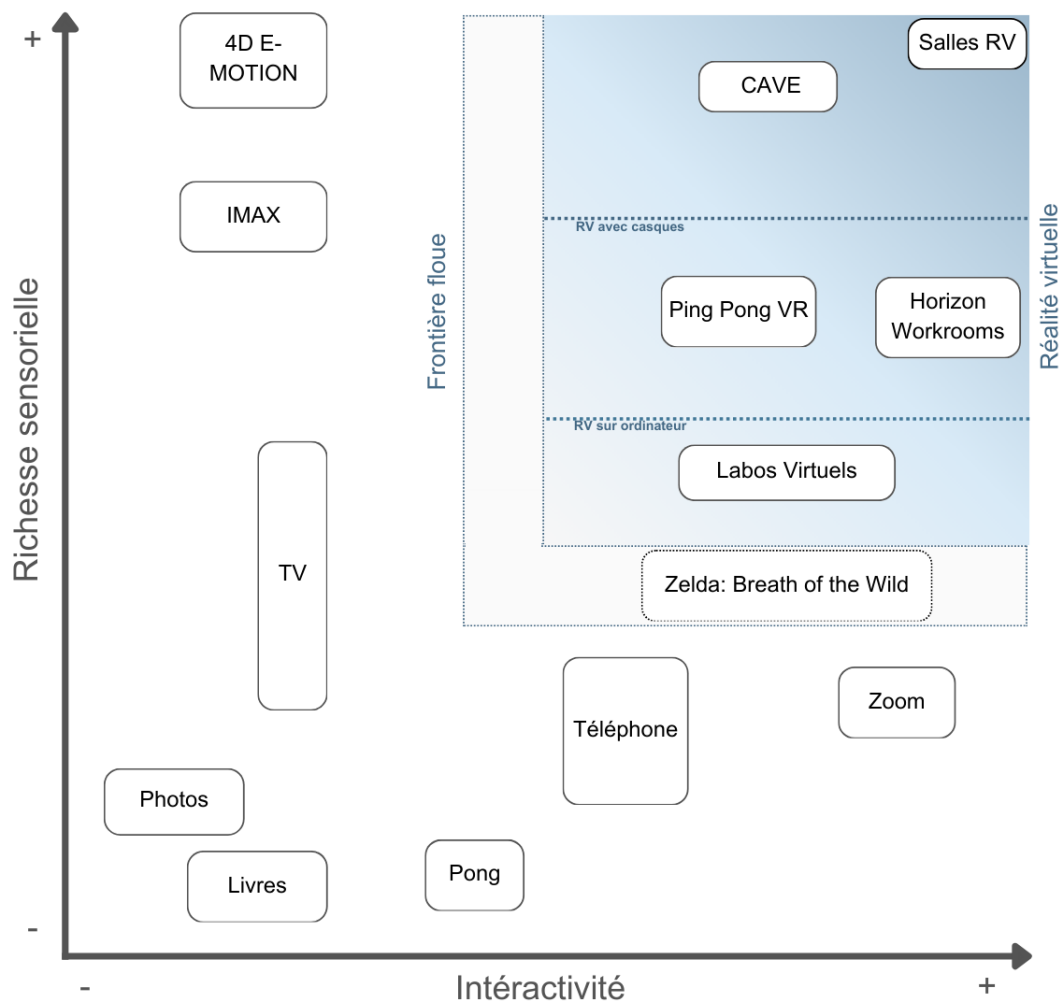


Figure 3.8 : Adaptation de la classification des différents dispositifs selon la distinction Richesse Sensorielle Vs Interactivité, adaptée de Larrue (2011), reprise du "Traité de la Réalité Virtuelle, L'homme et son environnement" (Fuchs et al., 2006).

En plus de l'immersion, le sentiment de présence est un autre facteur déterminant lorsque l'on parle de RV. Slater et al. (1995) définissent le sentiment de présence comme le sentiment d'être présent dans l'environnement virtuel (EV). Ce sentiment correspond donc à la perception subjective du sujet de la réponse psychologique et comportementale provoquée par son expérience dans l'EV et non à la qualité immersive de l'environnement (Steuer, 1992). Divers modèles du sentiment de présence, mettant en avant différentes composantes, sont proposés dans la littérature. Parmi eux, Schubert et al. (2001) ont proposé un modèle de présence approprié aux EV et comportant trois dimensions : la présence spatiale (sensation d'agir à

l'intérieur de l'espace virtuel plutôt que de l'extérieur), l'implication (capacité à focaliser son attention sur l'environnement virtuel ou réel) et les jugements sur la réalité (évaluation de la ressemblance de l'environnement virtuel par rapport à la réalité).

Pour de nombreux auteurs, le sentiment de présence est intrinsèquement lié à l'immersion, un niveau d'immersion élevé étant associé à un sentiment de présence élevé (Dengel et Magdefrau 2018, 2020 ; Slater et Usoh 1993 ; Witmer et Singer 1998). Cependant il est important de noter que le sentiment de présence ne dépend pas nécessairement du niveau d'immersion d'une activité donnée ou d'un EV. Par exemple, un livre peut entraîner un niveau de présence élevé chez un lecteur, malgré un niveau d'immersion faible (faible interactivité et faible richesse sensorielle).

Les environnements de réalité virtuelle à visée éducative

Un environnement de réalité virtuelle à visée éducative, ou plus simplement un environnement virtuel éducatif (EVE), peut être défini comme un environnement virtuel basé sur un certain modèle pédagogique, qui intègre ou implique un ou plusieurs objectifs didactiques. Il offre aux étudiants des expériences qu'ils ne pourraient pas vivre autrement dans le monde physique (ou facilite une expérience réalisable dans le monde physique) et permet d'atteindre des résultats d'apprentissage spécifiques (Mikropoulos et Natsis, 2011).

Selon, Mikropoulos et Bellou (2006), certaines caractéristiques technologiques de la RV facilitent son utilisation à des fins pédagogiques : 1) création de nombreux objets en 3D ; 2) utilisation de canaux multisensoriels pour l'interaction avec l'utilisateur ; 3) présence de l'immersion de l'utilisateur dans l'environnement virtuel ; 4) présence d'une interaction intuitive par des manipulations naturelles en temps réel.

Plus récemment, à partir du modèle Offre-Utilisation de Helmke et Weinert (1997), Dengel et Magdefrau (2018) ont développé le modèle du "Cadre éducatif pour l'apprentissage immersif" ("Educational Framework for immersive Learning" en anglais, EFiL ; Figure 3.9), combinant les facteurs clés de la réalité virtuelle à ceux de la réussite scolaire/académique, afin d'établir un modèle de la réussite d'un l'apprentissage au sein des EVE.

Ce modèle peut être interprété en plusieurs étapes : 1) un enseignant avec ses propres caractéristiques (ex : objectifs, connaissances, etc.), dans un contexte donné (niveau d'études, catégorie socio-professionnelle des apprenants, etc.), propose un contenu dans un

environnement virtuel éducatif donné avec certaines configurations (supports d'enseignement) ; 2) l'EVE propose ainsi un certain niveau d'immersion ; 3) l'EVE et son niveau d'immersion vont avoir un effet sur le sentiment de présence induit par l'expérience subjective de l'apprenant (en fonction de sa perception et du traitement de l'information), qui dépend également de son potentiel d'apprentissage et de certaines caractéristiques propres à l'apprenant (motivation, facteurs cognitifs, émotions, etc.) ; 5) la perception et l'interprétation de l'EVE, couplées une nouvelle fois au potentiel d'apprentissage de l'étudiant, vont avoir un effet sur l'engagement actif de l'étudiant dans son apprentissage, à la fois pendant et après la séance de cours (marqueurs académiques comportementaux) ; 6) ces différentes étapes conduisent à des résultats d'apprentissage cognitifs (ex : acquisition de connaissances conceptuelles), procéduraux (ex : acquisition de séquences de mouvements) et affectifs (ex : émotions).

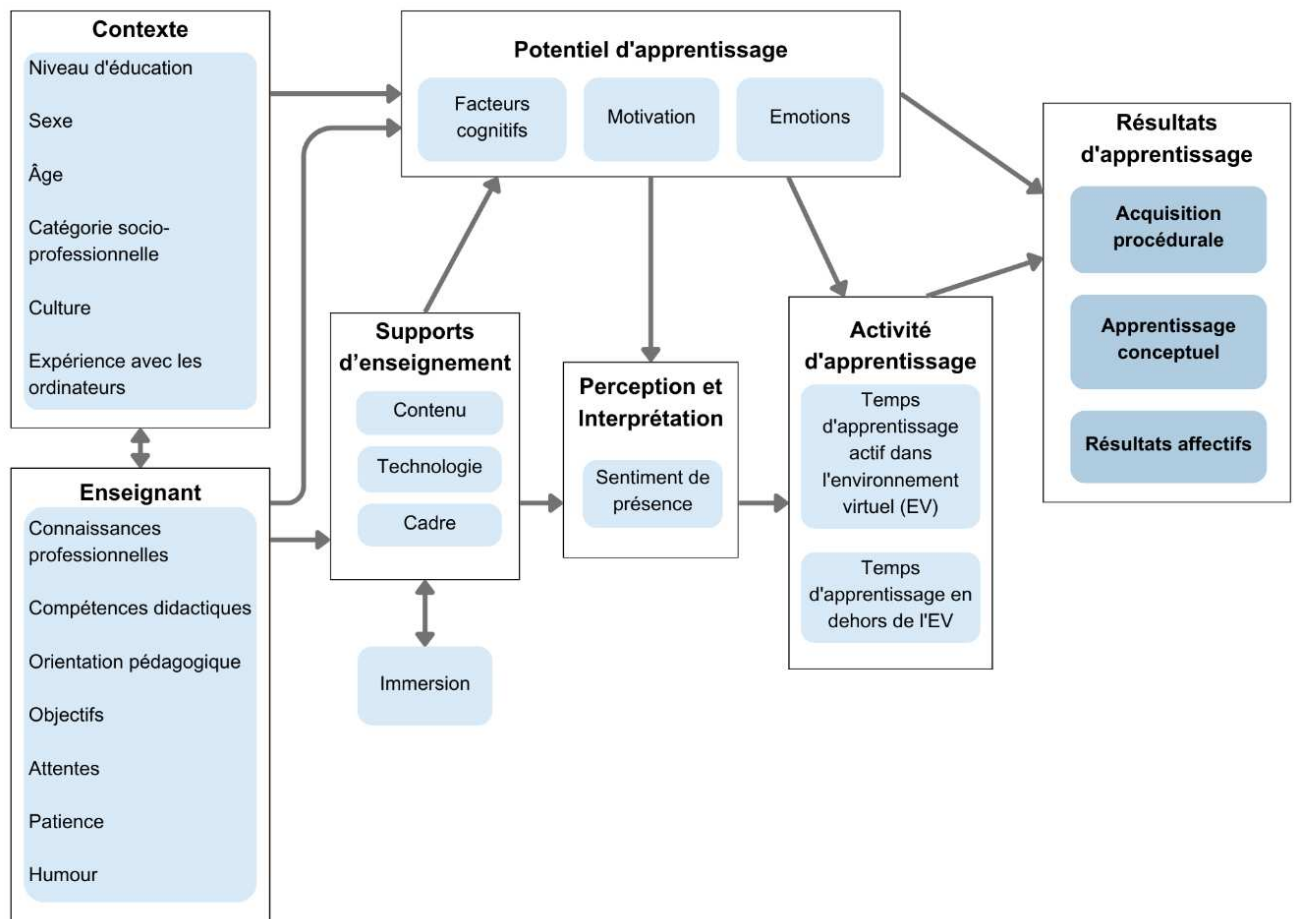


Figure 3.9 : Modèle du "Cadre éducatif pour l'apprentissage immersif" de Dengel et Magdefrau (2020).

Comme rapporté dans Lampropoulos et Kinshuk (2024), les EVE peuvent être utilisés efficacement dans de nombreux contextes et sujets éducatifs (Merchant et al., 2014), tels que les sciences, la technologie, l'ingénierie, l'art et les mathématiques (STEAM) (Birt et Cowling, 2017), la chimie (Edwards et al., 2019), la physique (Bogusevski et al., 2020), la biologie (Lee et al., 2010), les mathématiques (Kaufmann et al., 2000), la géométrie (Kaufmann et Schmalstieg, 2006), la géographie (Šašinka et al., 2018), l'apprentissage des langues (Blyth, 2018), la communication (Shorey et al., 2020), la médecine et les soins de santé (Pears et al., 2020), les soins infirmiers et la profession de sage-femme (Fealy et al., 2019), etc.

Par exemple, pour certaines sciences sociales où l'histoire et la culture sont des sujets populaires, les auteurs recréent, à l'aide de la RV, des villes et des bâtiments anciens (Ligorio et van Veen, 2006).

Dans certaines disciplines comme la physique, la chimie, l'ingénierie, la robotique ou encore la biologie, les EVE peuvent également prendre la forme de laboratoires virtuels permettant de mieux comprendre certains concepts ou d'apprendre le fonctionnement de certaines machines ou de certaines manipulations avant leur mise en œuvre dans le monde réel (Azizah et Aloysius, 2021 ; Byukusenge et al., 2022 ; Potkonjak et al., 2016 ; Zaturrahi et al., 2020).

Effets des environnements de réalité virtuelle à visée éducative sur les marqueurs de la réussite académique

L'évaluation des effets des environnements de réalité virtuelle à visée éducative sur les marqueurs de la réussite académique a en grande partie visé à évaluer les marqueurs cognitifs, tels que l'acquisition de connaissances des étudiants. De nombreuses méta-analyses ont ainsi étudié l'effet de la réalité virtuelle sur ces marqueurs de réussite en se focalisant sur la RV par ordinateur et/ou basée sur l'utilisation de casques (Avcı et al., 2019 ; Chen et al., 2020 ; Howard et Gutworth, 2020 ; Jin et al., 2021 ; Kaplan et al., 2021 ; Merchant et al., 2014 ; Portelli et al., 2020 ; Woon et al., 2021 ; Zhao et al., 2020).

Merchant et al. (2014) ont montré que la réalité virtuelle par ordinateur permettait d'améliorer significativement l'acquisition de connaissances (déclaratives et procédurales) chez des étudiants du niveau primaire à universitaire comparé à des étudiants réalisant des activités contrôlées (cours magistral, exercices manuels, exercice sur papier, séances de laboratoire, vidéos, tutoriels informatiques, etc.). Cette amélioration était présente à la fois dans des activités

de réalités virtuelles prenant la forme de jeux²⁸ (SE = 0.51 [0.25–0.77], k = 13), de simulations²⁹ (SE = 0.41 [0.30–0.46], k = 29) ou des mondes virtuels³⁰ (SE = 0.36 [0.29–0.44], k = 25). Plus récemment, Yu et Xu (2022) ont également retrouvé des effets similaires dans une méta-analyse incluant des travaux avec des technologies immersives, principalement des casques de réalités virtuelles (d = 0.65 [0.44-0.86], k = 61). Coban et al. (2022) ont également retrouvé des effets similaires sur l'apprentissage (connaissances théoriques et pratiques) en se focalisant sur des travaux incluant de la RV avec des casques (g = 0.42 [0.29–0.55], k = 93) et des CAVE (g = 0.41 [-0.05–0.87], k = 5). Des effets également positifs de la RV sur l'apprentissage ont été retrouvés dans les revues de la littérature et méta-analyses se focalisant sur les laboratoires virtuels³¹ en sciences (Santos et Prudente, 2022 : g = 0.587 [0.310–0.865], k = 15 ; N = 2642;), en physique (Rahmi et Hidayati, 2023), en biologie (Azizah et Aloysius, 2021 ; Byukusenge et al., 2022) et en ingénierie (Potkonjak et al., 2016).

De façon plus précise, les effets de la réalité virtuelle portent sur des marqueurs cognitifs de la réussite académique diversifiés, comme l'apprentissage de l'anglais (Chen et Hsu, 2020), l'acquisition de capacités visio-spatiales (Gwee, 2013), l'acquisition de connaissances en anatomie (Jang et al., 2017), l'acquisition de connaissances sur la structure et la fonction de l'œil (Shim et al., 2003), l'acquisition de vocabulaire (Tai et Chen, 2020), etc.

D'autres travaux ont également porté sur les marqueurs comportementaux et affectifs de la réussite académique.

Zhao et al. (2020) ont montré, dans leur méta-analyse, que les étudiants suivant des enseignements d'anatomie en RV étaient plus satisfaits que ceux d'un groupe contrôle (Images 2D, PowerPoint, Dissection, Livres, etc.) (SMD = 0.53 [0.09-0.97], k = 15, N = 816).

Yu et al. (2021) ont réalisé une méta-analyse portant sur plus de 43 travaux de recherches. Ils montrent, chez des étudiants, des effets positifs de la RV sur la confiance (croyance que

²⁸ Ici le terme jeux fait référence à des environnements de RV comportant des éléments de jeux (ex : niveaux de difficulté, récompense, scénario, etc.) n'étant ni des simulations ni des mondes virtuels (voir définitions ci-dessous).

²⁹ Les simulations désignent ici des environnements d'apprentissage numériques interactifs qui imitent un processus ou une situation de la vie réelle (ex : Vfrog, un simulateur de dissection de grenouilles ; Mr. Vetro, un simulateur pour préparer des étudiants avant de réaliser des opérations sur le corps humain).

³⁰ Les mondes virtuels sont des environnements ouverts dans lesquels les utilisateurs conçoivent et créent leurs propres objets.

³¹ Les laboratoires virtuels sont une sous-catégorie de simulations portant spécifiquement sur des environnements comprenant les différents espaces (ex : paillasse) présents dans les laboratoires et permettant de simuler les différentes tâches pouvant y être réalisées.

l'apprenant peut atteindre ses objectifs d'apprentissage), l'intérêt pour le cours, la motivation et le sentiment de présence. Cependant, cette méta-analyse montre également que la RV induit de façon générale des niveaux équivalents d'engagement, d'anxiété, de créativité, de sentiment d'auto-efficacité et de satisfaction.

Dans le cas des laboratoires virtuels, ces derniers entraînent une augmentation de la motivation et de la participation à l'apprentissage (Triejunita et al., 2021), ainsi qu'une augmentation de la satisfaction des étudiants vis-à-vis de ce type d'apprentissage (Byukusenge et al., 2022).

Les facteurs faisant fluctuer la réussite académique dans les EVE

Cependant, bien que les méta-analyses permettent de tirer des conclusions globales des effets de la RV sur les marqueurs académiques cognitifs, affectifs et comportementaux, il est encore une fois important de noter qu'il existe une grande variabilité entre les différentes études en termes : 1) d'environnements, les différents travaux portant sur des environnements différents ; 2) de variabilité des technologies utilisées, et donc de variabilité du niveau d'immersion induit ; 3) de marqueurs académiques pris en compte (ex : sentiment de présence, charge cognitive, motivation) (Zhao et al., 2020).

Le niveau d'immersion, en tant que tel, est présenté dans la littérature comme influençant positivement les différents marqueurs académiques (et notamment l'apprentissage) (Mikropoulos et Natsis, 2011), comme l'indique le modèle du "Cadre éducatif pour l'apprentissage immersif" (Dengel et Magdefrau, 2020). Dans plusieurs études, des niveaux d'immersion plus élevés montrent bien de meilleurs résultats d'apprentissage (Mania et Chalmers 2001 ; Morélot et al., 2021 ; Parmar et al., 2016). Par exemple, Parmar et al. (2016) se sont intéressés à l'apport de la réalité virtuelle pour l'apprentissage de concepts théoriques (les mesures électriques dans les circuits électroniques) et pratiques (prise de ces mesures électriques). Ils ont comparé des étudiants utilisant de la RV basée sur ordinateur (univers 3D avec possibilité d'interaction via une manette) à des étudiants utilisant un casque de RV (même univers 3D et même manette). Les étudiants dans la modalité "casque RV" ont obtenu des scores plus élevés en mise en restitution (capacité à expliquer les différentes étapes de la prise de ces mesures électriques) ainsi qu'en mise en pratique.

Cependant, différents travaux montrent qu'une immersion plus élevée n'induit pas nécessairement de meilleurs marqueurs cognitifs de la réussite et notamment un meilleur apprentissage. La récente méta-analyse de Coban et al. (2022) montre, par exemple, que

l'apprentissage par l'intermédiaire de casques de RV ou de CAVE apporte des résultats identiques, malgré un niveau d'immersion supérieur dans les CAVE. D'autres travaux montrent également que le niveau d'immersion a un impact plus important sur les apprentissages procéduraux comparé aux apprentissages conceptuels (Ristor et al., 2023).

Certains travaux repris dans le "Cadre éducatif pour l'apprentissage immersif" (Dengel et Magdefrau, 2020) proposent également que le niveau de sentiment de présence influence les marqueurs de la réussite académique. Mais encore une fois, les résultats de la littérature sont hétérogènes.

Pour certains auteurs, le sentiment de présence constitue une caractéristique essentielle de l'apprentissage en EVE. C'est le cas de Mikropoulos et Natsis (2011) qui, dans leur revue de la littérature, identifient 12 études montrant un lien positif entre présence et apprentissage. À titre d'exemple, Huang et al. (2019) ont étudié des lycéens (n = 77) plongés dans un environnement de RV avec un casque consistant à manipuler et apprendre du contenu sur les cellules du corps humain. Le niveau de sentiment de présence des étudiants était corrélé à leur niveau de satisfaction et à leurs acquisitions de connaissances. Cependant, d'autres études montrent également une absence d'effet direct du sentiment de présence (Buttussi et Chittaro, 2018 ; Morélot et al., 2021 ; Schroeder et al., 2017) sur les performances d'apprentissage dans les environnements virtuels.

Pour d'autres auteurs, le sentiment de présence a des effets par l'intermédiaire de mécaniques plus complexes. Schroeder et al., (2017), par exemple, ont trouvé un effet direct du sentiment de présence sur l'apprentissage chez des étudiants apprenant une tâche de maintenance d'avions en RV, mais aussi un effet indirect via un effet sur la perception de la facilité d'utilisation. Ristor et al. (2023) ont étudié chez des participants (majoritairement étudiants), le lien entre niveau d'immersion, sentiment de présence, motivation et acquisitions de connaissances (conceptuelles et procédurales). Les auteurs ont comparé un environnement virtuel immersif traitant de la sécurité incendie (manipulations d'extincteurs interactifs avec un environnement) à un environnement virtuel moins immersif (manipulation des extincteurs avec la souris dans l'environnement). Ils ont montré que le niveau le plus élevé d'immersion entraînait une meilleure motivation des participants, ainsi qu'un plus fort sentiment de présence.

Enfin, certains travaux se sont également intéressés aux effets de la réalité virtuelle à visée académique sur la relation entre charge cognitive, motivation intrinsèque et acquisition de connaissances. Les résultats sont complexes et hétérogènes.

Pour rappel, nous avons vu dans le Chapitre 1 que la théorie de la charge cognitive prédit que : 1) une meilleure acquisition de connaissances en réalité virtuelle a lieu lorsque la charge cognitive intrinsèque augmente et/ou la charge cognitive extrinsèque baisse et lorsque la motivation intrinsèque augmente en comparaison à une pratique contrôlée ; 2) l'acquisition de connaissances reste stable lorsque les charges cognitives et le niveau de motivation intrinsèque sont similaires en comparaison avec une pratique contrôlée ; 3) l'acquisition de connaissances diminue en réalité virtuelle lorsque la charge cognitive extrinsèque augmente et/ou la charge cognitive intrinsèque baisse et lorsque la motivation intrinsèque baisse en comparaison à une pratique contrôlée (Poupard et al., 2024).

Dans leur revue systématique de la littérature, Poupard et al. (2024) ont trouvé que la RV, en particulier lorsqu'un casque est utilisé, tend à augmenter la charge cognitive, entraînant une réduction des performances d'apprentissage (avec une taille d'effet de moyenne à grande). Ce résultat semble donc indiquer que la réalité virtuelle peut introduire, de par sa nature immersive, des éléments qui contribuent à augmenter une charge cognitive extrinsèque superflue. Certains travaux montrent tout de même une réduction de la charge cognitive et une augmentation de l'apprentissage (Yang et al., 2021) ou encore une absence de lien entre charge cognitive et apprentissage. Concernant la motivation intrinsèque (15 travaux inclus), la majorité des travaux montraient des résultats inconsistants avec la théorie de la charge cognitive ($n = 10$), trouvant pas exemple une augmentation de la motivation intrinsèque sans augmentation de l'acquisition de connaissances (Klingenberg et al., 2020).

Naismith et Cavalcanti (2015), dans leur revue systématique de la littérature ($n = 48$) visant à évaluer le rôle de la charge cognitive sur l'apprentissage via l'usage d'environnement de simulations, ont également montré que : 1) dans 25% des travaux, une charge cognitive élevée était associée à une mauvaise exécution des tâches cognitives, psychomotrices ainsi qu'à une diminution des performances de transfert des connaissances à d'autres tâches (ce qui est cohérent avec la théorie de la charge cognitive) ; 2) dans 13% des cas, une charge cognitive plus élevée était associée à un meilleur apprentissage et un engagement accru de l'apprenant.

Plusieurs explications à ces résultats hétérogènes sont proposées : 1) une augmentation de la charge cognitive extrinsèque liée à un effet de nouveauté expliquerait la réduction de l'apprentissage, la majorité des étudiants découvrant ce type de technologies pour

l'apprentissage. Cependant un argument contraire soutiendrait que la nouveauté améliore la perception positive de ce type d'outil et donc mènera une motivation accrue. Ce résultat est conforté par des travaux montrant que l'effet est renforcé chez les apprenants novices (Parong et Mayer, 2021) ; 2) l'absence de lien entre charge cognitive et apprentissage pourrait être due à la présentation de contenus trop simples pour les apprenants, créant un effet plafond. Les variations de la charge cognitive seraient alors minimales, et peuvent être difficilement détectables (Poupard et al., 2024) ; 3) Les résultats inconsistants pour la motivation intrinsèque pourraient s'expliquer par la grande variabilité d'échelles utilisées en lien avec à la nature polysémantique du terme motivation (Poupard et al., 2024).

Environnements de réalité virtuelle à visée éducative gamifiés et limites

L'évolution concomitante des travaux de recherche portant sur l'apprentissage gamifié et sur les EVE a amené certains chercheurs à se questionner sur l'effet combiné de ces 2 dispositifs sur les marqueurs de la réussite académique.

En 2024, Lampropoulos et Kinshuk ont réalisé une revue systématique de la littérature, identifiant 112 travaux incluant ces deux thématiques dans leurs recherches. La majorité de ces travaux portent sur l'enseignement supérieur (71%), utilisent des systèmes immersifs de réalité virtuelle (casques ; 92%) et s'inscrivent dans une grande diversité de champs disciplinaires (Architecture et design : 6%, Arts : 9%, Informatique : 9%, Culture : 6%, Compétences générales : 8%, Langues : 11%, Médical : 21%, STEM - Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques -, 18%).

Dans cette revue, différents éléments de jeux sont identifiés, tels que les scores et les points, les quêtes et les tâches, les quiz, les récompenses virtuelles, les niveaux de difficulté et les défis, le feedback, les mini-jeux et les tableaux de classement.

De façon générale, les résultats indiquent que les EVE gamifiés, donc enrichis d'éléments et de mécanismes de jeux, permettent : 1) un meilleur apprentissage, une meilleure acquisition de connaissances et un meilleur sentiment d'apprentissage (Chen et al., 2020 ; Silva et al., 2021) ; 2) un meilleur niveau d'engagement, de participation active et d'implication (Abuhammad et al., 2021 ; Doumanis et Economou, 2020 ; Edwards et al., 2019) ; 3) une amélioration des interactions, de la communication, et de la collaboration (Almoussa et al., 2019 ; Huaman et al., 2019 ; Pinzón- Cristancho et al., 2019) ; 4) une amélioration de l'auto-efficacité (Makransky et al., 2019 ; Smith et al., 2022) ; 5) une amélioration du focus et de la concentration (Luigini et al., 2020, Oberhauser et Lecon, 2019) ; 6) une amélioration de la satisfaction (Bedregal-Alpaca et al., 2020) ; 7) une amélioration du sentiment de présence (Gordon et al., 2019) ; 8) une augmentation des expériences agréables et de la facilité d'utilisation (Vagg et al., 2016).

Cependant, une grande majorité de ces travaux mesure les effets des environnements de RV gamifiés sur les marqueurs académiques en réalisant des comparaisons pre-post utilisation de l'environnement ou uniquement post utilisation (Becerra et al., 2017 ; Bedregal-Alpaca et al., 2020 ; Besoain et al., 2018 ; Makransky et al., 2019). Ils ne comparent donc pas les effets de l'EVE gamifié à un EVE non-gamifié ou à une autre modalité d'apprentissage contrôlé. Ainsi,

cette méthodologie ne permet pas de distinguer les effets spécifiques de l'EVE, des éléments de jeux ou de l'interaction entre les deux.

Par exemple, Bedregal-Alpaca et al. (2020) ont proposé, à des étudiants, un EVE d'astronomie sur le système solaire, incluant un grand nombre d'éléments de jeux (points, classement, récompenses, niveaux de difficulté, missions/challenges). La majorité des étudiants montre une perception élevée d'apprentissage (impression d'avoir appris), de satisfaction et d'intérêt pour cet EVE gamifié. Becerra et al. (2017) ont également montré qu'un laboratoire de physique en RV avec un casque combiné à des éléments de jeux (score, achat possible d'objets virtuels) était bien accepté et considéré comme motivant par les étudiants. Makransky et al. (2019) ont montré que des étudiants (n = 208) impliqués dans une simulation de laboratoire en RV sur le thème de la génétique avec des éléments de jeux (points et quiz) avaient une perception de la compréhension du cours supérieure, une meilleure motivation intrinsèque et une meilleure auto-efficacité (comparaisons pré/post).

Mais pour l'ensemble de ces travaux, aucune comparaison avec un groupe contrôle non gamifié n'a été réalisée.

Ainsi, il est difficile de généraliser les résultats de ces travaux et de nombreuses questions se posent, tels que : Ces effets sont-ils dus à la réalité virtuelle, aux éléments de jeux ou à leurs combinaisons ? ; Ces effets sont-ils équivalents, supérieurs ou inférieurs à d'autres méthodes d'apprentissages ? ; Quels éléments de jeux faut-il privilégier ?

Afin d'apporter des réponses à ces questions, certains auteurs ont tout de même cherché à comparer l'efficacité de différents éléments de jeux au sein d'un même environnement de RV d'apprentissage, ou à comparer ces différents dispositifs à des méthodes d'enseignements contrôlés.

Tiefenbacher (2020) a comparé deux groupes d'étudiants (n = 102) participant à un cours de sciences appliquées dans un EVE avec un casque. Un des groupes avait une version ajoutant un système de récompense et de classement des meilleurs scores, l'autre groupe disposait d'un chronomètre limitant leur temps. Le groupe avec le chronomètre a obtenu des scores plus élevés de perception d'apprentissage, de perception d'un apport de ces éléments sur la qualité de leurs révisions, mais des scores inférieurs d'immersion. Palmas et al. (2019) ont comparé l'efficacité d'un EVE avec un casque permettant l'apprentissage de la construction d'un instrument de musique avec un EVE similaire mais gamifié auquel ont été ajoutés des éléments de jeux (barre de progression, feedbacks sonores, points). L'environnement gamifié permettait aux

participants (n = 50) de réaliser moins d'erreurs, et notamment d'erreurs importantes. Cosgrove (2016) a cherché à mettre en place un entraînement en EVE afin de permettre à des étudiants (n = 44) d'apprendre à se déplacer dans les environnements de RV. Pour cela, un parcours consistant à réaliser certaines actions dans l'environnement (déplacements, sauts, saisie d'objets, etc.) a été conçu, avec une version gamifiée qui contenait en plus certains éléments de jeux (points, classement, badges). Les résultats étaient mitigés. Les étudiants en condition gamifiés ont obtenu des scores plus élevés dans l'acquisition des déplacements, mais des scores plus faibles en auto-efficacité et en satisfaction. Enfin, Grivokostopoulou et al. (2019) ont comparé deux groupes (gamifié et non-gamifié) d'étudiants (n = 86) prenant part à un cours à distance d'entrepreneuriat dans un EVE sur ordinateur. Les étudiants du groupe gamifié avaient un élément de jeu en plus que le second groupe : des interactions avec des personnages non-joueurs (IAs) dans le monde virtuel (par exemple : questions sur le cours). Suite à ce cours, le groupe gamifié a montré un niveau plus élevé de connaissances, une meilleure perception d'apprentissage, une meilleure satisfaction et une plus grande intention de monter une entreprise dans ce domaine.

Ainsi, tout comme pour les quiz gamifiés, les travaux portant sur les EVE gamifiés semblent indiquer des effets positifs sur de nombreux marqueurs de la réussite académique à l'Université, mais le débat porte encore sur l'identification des effets spécifiques des différents éléments de jeu. À l'heure actuelle, la diversité des environnements utilisés, des expériences proposées, des disciplines étudiées, etc. ne permet pas d'avoir de conclusion claire sur l'efficacité des différents éléments de jeux dans les apprentissages utilisant des environnements virtuels (Lampropoulos & Kinshuk, 2024). Dans ce contexte, nous nous intéresserons au rôle de deux éléments de jeux centraux dans la mise en place des EVE (l'interaction passive/active et le niveau d'immersion) dans l'article n°5 de cette thèse.

Conclusion du chapitre

Ce chapitre était consacré à l'usage d'outils numériques gamifiés dans les enseignements universitaires et à leurs impacts sur la réussite académique.

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons présenté les différents concepts (ex : serious game, gamification) et modèles théoriques explicatifs du rôle du jeu dans l'enseignement à l'Université. La théorie de l'apprentissage gamifié proposé par Landers (2014) a été identifiée comme un cadre conceptuel pertinent afin d'étudier le rôle spécifique des éléments de jeu sur les différents marqueurs de la réussite académique (cognitifs, comportementaux et affectifs).

La seconde partie s'est focalisée sur le rôle spécifique des quiz gamifiés, c'est-à-dire réalisés par l'intermédiaire d'applications mobiles (ex : Wooclap) intégrant différents éléments de jeux. La plupart des études ont montré que les quiz gamifiés peuvent améliorer la motivation, le plaisir, l'engagement et la concentration des étudiants par rapport à l'absence d'activité ou par rapport aux quiz traditionnels (Aktekin et al., 2018 ; Licorish et al., 2018 ; Morillas Barrio et al., 2016 ; Wang et al., 2016) mais les effets sur les marqueurs cognitifs (ex : apprentissage) restent encore débattus. De plus, peu de travaux ont cherché à identifier les éléments de jeux précis permettant aux quiz gamifiés d'impacter positivement les marqueurs de la réussite (Licorish et al., 2018). Plus particulièrement, certains éléments de jeux ont été peu étudiés, comme le rôle de l'interaction active de l'étudiant avec l'application de quiz ou encore le rôle de la collaboration entre étudiants. Nous étudierons ces deux éléments de jeu dans l'article n°4 de cette thèse (Chapitre 7).

La troisième et dernière partie de ce chapitre a porté sur les environnements de réalité virtuelle à visée éducationnelle. Tout comme pour les quiz gamifiés, les EVE semblent permettre d'améliorer les différents marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite académique (Merchant et al., 2014). Néanmoins, compte tenu de la diversité des environnements de réalité virtuelle existants et de l'hétérogénéité des résultats, les effets précis des différents éléments de jeux présents dans ces environnements (ex : immersion) sur les différents marqueurs de la réussite restent, là encore, à approfondir (Lampropoulos et Kinshuk, 2024 ; Poupard et al., 2024). Dans ce contexte, nous nous intéresserons au rôle de deux éléments de jeux (l'interaction passive/active et le niveau d'immersion) dans l'article n°5 de cette thèse (Chapitre 7).

Chapitre 4 - La situation des étudiants universitaires avec un Trouble du Spectre de l'Autisme et les outils numériques et pratiques pédagogiques adaptés

Résumé du chapitre

Ce chapitre est constitué d'une revue de la littérature sur la situation des étudiants universitaires avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) et sur les outils numériques et pratiques pédagogiques adaptés à leur profil.

Dans un premier temps, nous présenterons l'état actuel de l'inclusion des étudiants en situation de handicap, notamment des étudiants avec TSA, dans le système scolaire et universitaire. Dans un second temps, nous présenterons le TSA à travers les théories et modèles centraux explicatifs. Enfin, nous discuterons de l'usage (et des limites) des outils numériques et des pratiques pédagogiques destinés à soutenir la réussite académique des étudiants.

Articles connexes à ce chapitre

Voir Chapitre 8 - Étude des outils numériques et pratiques pédagogiques adaptés aux étudiants avec TSA à l'Université.

Article n°6 a, b : La technologie au service de la réussite des étudiants avec TSA à l'Université : une revue systématique.

Article n°7 : Évaluation de la pertinence et de l'implémentation des pratiques pédagogiques adaptées aux étudiants avec TSA à l'Université.

Situation de handicap et inclusion scolaire en France

Le handicap a connu une évolution à la fois sémantique, juridique et de représentation aux cours de ces dernières années dans la société française. D'abord focalisées sur les maladies, les troubles et les incapacités jusqu'aux années 1980 (Ravaud, 1999), les modélisations du handicap ont peu à peu intégré le rôle de l'environnement inadapté (Bäckman et Dixon, 1992 ; Wood, 1980) comme explication majeure de l'incapacité d'un individu à pouvoir participer pleinement à la vie sociale. Aujourd'hui, la Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé (CIFHS) (OMS, 2001), ratifiée par une grande partie des pays dans le monde, définit le handicap comme toute limitation d'activités, de restriction de participation à la vie en société, certes en raison d'une altération, durable ou définitive, d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, mais aussi en raison de facteurs environnementaux limitants (systèmes techniques, soutiens sociaux, attitudes culturelles, et proposition politiques inadaptées). La personne en situation de handicap est donc en situation de handicap dû aux manques d'adaptation de l'environnement et de la société pour éviter cette situation.

Les termes employés pour parler des personnes en situation de handicap ont aussi grandement évolué. Autrefois désignées par des qualificatifs comme "infirmes", "invalides", "incapables", "inadaptés" ou encore "débiles", parfois même dans les textes de loi française (Hamonet, 2016), ces termes ont progressivement disparu avec la loi "Égalité des droits et des chances et pleine citoyenneté des personnes handicapées" du 11 février 2005, pour laisser place à l'utilisation des termes "personnes handicapées" puis "personnes en situation de handicap", ce dernier terme se rapprochant plutôt de la conceptualisation de la CIFHS, une personne étant handicapée du fait d'une situation non adaptée pour elle.

La loi du 11 février 2005 marque également un tournant dans l'inclusion des personnes en situation de handicap en milieu scolaire, en inscrivant explicitement dans la loi le droit des élèves en situation de handicap à être scolarisés dans leur établissement scolaire de secteur. Depuis 2011, la définition retenue pour les élèves en situation de handicap est celle des élèves ayant un projet personnalisé de scolarisation (PPS) (Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance, DEPP, 2024). Ce projet concerne tous les élèves : dont la situation répond à la définition du handicap telle qu'elle est posée dans l'article L.114 du code de l'action sociale et des familles ; et pour lesquels la commission des droits et de l'autonomie des personnes

handicapées (CDAPH) s'est prononcée sur la situation de handicap. Le PPS a pour objectif d'assurer la cohérence et la continuité du parcours scolaire de l'élève en situation de handicap de ses 3 ans à ses 20 ans, c'est-à-dire de la maternelle jusqu'à certaines études supérieures. Ce plan peut notamment proposer des aménagements de la scolarité, des aides d'orientation scolaire, l'attribution de matériel pédagogique adapté (ex : ordinateur, tablettes, etc.) ou d'aide humaine (AVS - maintenant AESH - individuelle ou mutualisée) (Académie d'Aix-Marseille, 2021), dans l'objectif de maintenir au maximum l'élève dans le milieu ordinaire (c'est-à-dire la scolarisation hors établissement médico-social). La scolarisation en milieu ordinaire des élèves en situation de handicap bénéficiant d'un PPS a augmenté de 180% entre 2006 et 2022 (DEPP, 2024). Cette augmentation a été favorisée notamment par la progression de l'aide humaine, le nombre d'élèves en bénéficiant ayant été multiplié par 2 entre 2009 (28,5%) et 2022 (57%).

Cependant, malgré cette progression et la promesse d'une inclusion en milieu ordinaire généralisée, tous les élèves en situation de handicap n'ont pas encore accès à une éducation en milieu ordinaire. Parmi ces élèves, les enfants avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), sont ceux qui sont le moins bien inclus, le taux étant décroissant avec l'évolution de la scolarité, passant d'environ 63% à l'âge de 12 ans, à 45% à l'âge de 16. Ainsi, la Haute Autorité de santé estime qu'il y a environ 100 000 jeunes avec un TSA de moins de 20 ans en France (Ministère des Solidarités, de l'Autonomie et de l'Égalité entre les femmes et les hommes, MSAEa, 2024), ce qui correspond à environ 50 000 enfants ne pouvant pas être inclus en milieu ordinaire (MSAEb, 2024).

Cette chute de l'inclusion des élèves avec TSA laisse présager que seul un faible nombre d'entre eux parvient jusqu'à l'Université. Mais avant de discuter de l'inclusion à l'Université des personnes avec TSA, nous allons revenir sur les différentes théories et modèles explicatifs de ce trouble du neurodéveloppement.

Le Trouble du Spectre de l'Autisme : modèles et théories cognitives explicatifs

En 2024, c'est environ 52 millions de personnes à travers le monde qui vivent avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), dont 600 000 en France, représentant 1% des naissances (ratio homme/femme de 4 : 1) (Bougeard et al., 2021 ; van 't Hof et al., 2021 ; Zeidan et al., 2022). Avant d'arriver à la définition contemporaine du TSA permettant ce suivi épidémiologique, de nombreuses modélisations de l'autisme ont été proposées.

Bien que la première utilisation du terme autisme puisse être attribuée à Eugène Bleuler en 1908, désignant l'une des 4 caractéristiques de la schizophrénie (Crespis, 2010 ; Peralta et Cuesta, 2011), les vraies premières descriptions de cas d'autisme sont associées aux travaux de Léo Kanner et de Hans Asperger, dans les années 1940. Dans une section spéciale du journal "Nervous Child" (1943), Kanner présente les cas détaillés de 11 enfants présentant une "perturbation autistique du contact affectif", en se basant sur ses observations et sur les descriptions détaillées des parents concernant le comportement de leurs enfants (Harris, 2018). Kanner y écrit également que "nous devons supposer que ces enfants sont venus au monde avec l'incapacité innée d'établir le contact habituel, prévu par la biologie, avec les gens, tout comme d'autres enfants viennent au monde avec des handicaps physiques ou intellectuels innés". Grâce aux travaux de George Frankl (1943)³², le déficit de communication sociale fut établi comme caractéristique de l'autisme dès les premières publications sur le sujet, critère encore central du TSA dans sa conceptualisation actuelle (Harris, 2018).

Hans Asperger, décrivit quant à lui dans "Die "Autistischen Psychopathen" im Kindesalter" ("Les "psychopathes autistes" dans l'enfance" en allemand, 1944), 4 cas cliniques d'enfants "particulièrement intéressants et hautement reconnaissables" parmi 400 autres présentant des caractéristiques similaires. Ces caractéristiques, à savoir un manque d'empathie, des difficultés sociales, notamment à se faire des amis, des conversations unidirectionnelles, une absorption intense dans des activités précises ou encore des mouvements maladroits, seront regroupées

³² Travaux comparant un enfant ayant une tuberous sclerosis complex (TSC) et présentant les symptômes autistiques décrits par Kanner, avec des enfants sourds/muets qui ne parlent pas mais conservent et utilisent des gestes sociaux non verbaux.

sous l'étiquette de "autistic psychopathy" (Turkington et Anan, 2007) et serviront pour certaines modélisations de l'autisme, notamment du syndrome d'Asperger.

Ainsi, basé sur ces premières études de cas, l'autisme infantile était alors considéré comme une psychose infantile pour laquelle une prise en charge psychiatrique était nécessaire, l'éducation étant alors mise de côté (Mazon, 2019). Après une période psychanalytique dite "noire" de l'autisme, comportant notamment des thèses comme celle de Bruno Bettelheim (1950) accusant les mères d'être la cause de l'autisme ("mère réfrigérateur") et donnant lieu à des méthodes impliquant la séparation entre l'enfant et ses parents, des approches académiques plus adaptées vont ouvrir la voie aux modèles actuels du TSA (Mazon, 2019).

C'est dans la seconde moitié du XXe siècle, avec les travaux de chercheurs comme Michael Rutter (1979) et Lorna Wing (1981), que l'hypothèse d'un autisme d'origine biologique, l'idée d'un spectre autistique et le concept de triade autistique (déficits des interactions sociales, déficits dans la communication et déficits dans l'imagination sociale) vont apparaître, formant la définition du trouble autistique dans le DSM-III ("Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux") (Mazon, 2019). L'apparition de programmes éducatifs comme TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children ; Mesibov et al., 2005) dans les années 1970, offrira également de nouvelles façons d'accompagner les enfants autistes, basées sur une éducation adaptée plutôt que le recours à des services de soins psychiatriques (Mazon, 2019).

Aujourd'hui, la version actuelle du DSM, le DSM-5-TR (APA, 2023), définit le trouble du spectre de l'autisme (TSA) comme un trouble neurodéveloppemental constitué de deux critères principaux (la dyade autistique) à savoir : des difficultés spécifiques persistantes de la communication et des interactions sociales et la présence de comportements, intérêts et/ou activités restreints et répétitifs (APA, 2023).

Le premier critère (critère A) prend en compte trois grands symptômes dits "sociaux" (APA, 2023, p. 56) : 1) Déficits de réciprocité socio-émotionnelle (ex : approche sociale anormale, échec d'une conversation normale en va-et-vient, partage réduit des intérêts, des émotions ou des affects, incapacité d'initier ou de répondre aux interactions sociales) ; 2) Des difficultés dans la production et la compréhension des comportements non-verbaux utilisés pour la communication et dans les interactions sociales (allant d'une mauvaise intégration de la communication verbale et non verbale à des anomalies dans le contact visuel et le langage corporel ou des déficits dans la compréhension et l'utilisation des gestes, jusqu'à une absence

totale d'expressions faciales et de communication non verbale.) ; 3) Des difficultés à créer, à maintenir et à comprendre les relations sociales (allant, par exemple, des difficultés à adapter le comportement à différents contextes sociaux aux difficultés à partager des jeux imaginatifs ou à se faire des amis, en passant par l'absence d'intérêt pour les pairs).

Le second critère (critère B) prend en compte 4 grands symptômes dits "non-sociaux" (APA, 2023, p. 57) : 1) Stéréotypies et/ou répétitions dans les mouvements et dans l'utilisation des objets et/ou du langage (ex : secouer les mains/doigts, faire tourner ou aligner des objets, écholalie, prosodie inadaptée, utilisation stéréotypée de mots ou de phrases) ; 2) Intolérance au changement et adhésion inflexible à des routines et à des rituels verbaux et/ou non-verbaux (ex : détresse face aux changements même mineurs, rigidité de la pensée, adhésion aux règles, questionnements répétitifs, déambulations) ; 3) Intérêts extrêmement restreints et fixes, anormaux soit par leur intensité soit par leur but (ex : fascination pour les dates, les plaques d'immatriculation, pour des objets, fascination pour des activités) ; 4) Hyper- et/ou hypo-réactivité sensorielle, voire intérêt inhabituel pour des aspects sensoriels de l'environnement (ex : réponses extrêmes à des sons, des textures, des lumières, comportements de flairage, de toucher excessif, indifférence à des stimuli (douleur, chaleur, froid), sélectivité alimentaire).

Trois autres critères viennent s'ajouter aux deux principaux (APA, 2023, p. 57-58).

Les symptômes doivent être présents dès les premiers stades du développement (apparition manifeste des premiers symptômes entre 12 et 24 mois environ³³), mais peuvent ne pas se manifester pleinement jusqu'à ce que les exigences sociales les fassent ressortir ou peuvent être masqués par des stratégies apprises plus tard dans la vie (Critère C).

Les symptômes entraînent une altération cliniquement significative de la vie sociale, professionnelle ou d'autres domaines (ex : apprentissage scolaire) importants du fonctionnement actuel (Critère D). Trois niveaux de sévérité sont proposés pour chacun des deux critères principaux (A et B) en fonction de l'ampleur du retentissement clinique des troubles et de la quantité d'aides nécessaire pour fonctionner dans la vie quotidienne : 1) "Nécessite un soutien" (Par exemple, une personne capable de faire des phrases complètes et de communiquer, mais dont les échanges avec les autres échouent et dont les tentatives pour se faire des amis sont étranges et généralement infructueuses) ; 2) "Nécessite un soutien important" (Par exemple, une personne qui prononce des phrases simples, dont l'interaction se

³³ Des périodes de stagnation et de régression plus ou moins rapides peuvent se succéder durant les 2 premières années de vie, pendant lesquelles l'enfant peut perdre en compétences sociales ou langagières.

limite à des intérêts particuliers étroits et dont la communication non verbale est manifestement atypique.) ; 3) "Nécessite un soutien très important" (par exemple, une personne avec peu de mots intelligibles qui initie rarement l'interaction et, lorsqu'elle le fait, fait des approches inhabituelles pour répondre à ses besoins uniquement).

Le dernier critère (critère E) postule que ces perturbations ne doivent pas être mieux expliquées par un trouble du développement intellectuel (TDI) (ex : déficience intellectuelle) ou un retard global de développement. Les TDI et les TSA coexistent fréquemment impliquant que, pour établir un diagnostic de comorbidité entre les TSA et les TDI, la communication sociale doit être inférieure à celle attendue pour le niveau de développement général.

L'intelligence, et notamment la déficience intellectuelle (DI) (QI < 75, APA, 2023), est donc une comorbidité importante de l'autisme, comptant environ 30-50% des personnes avec TSA (Casanova et al., 2020 ; Zeidan et al., 2022), mais dont la variabilité est très grande, pouvant aller jusqu'à la DI profonde (QI < 20). Bien plus rarement (entre 2 et 10/10 000 de la population générale) (Balfe et al., 2011), un haut potentiel intellectuel³⁴ est également présent chez les personnes avec TSA. Rosent et al. (2021) ont identifié un grand nombre d'autres comorbidités. L'épilepsie, les troubles gastro-intestinaux, les troubles du sommeil et les difficultés motrices sont des comorbidités fréquentes. Des troubles mentaux tels que les troubles attentionnels avec ou sans hyperactivité (TDAH, 30-40%), l'anxiété et la dépression (30-50%) (Lukmanji et al., 2019 ; Mahdi et al., 2018 ; Matson et Goldin, 2013 ; Rosen et al., 2021), les Troubles Obsessionnels Compulsifs (TOC, 20%) (Postorino et al., 2017), ou encore l'irritabilité/agression (Fung et al., 2016) sont également parmi les plus répandus. Ces critères principaux et comorbidités sont résumés sur la Figure 4.1.

³⁴ QI > 130 (2 écart-type) aux échelles de Wechsler (Boschi *et al.*, 2016).

Trouble du Spectre de l'Autisme

Critères DSM-5-TR et comorbidités

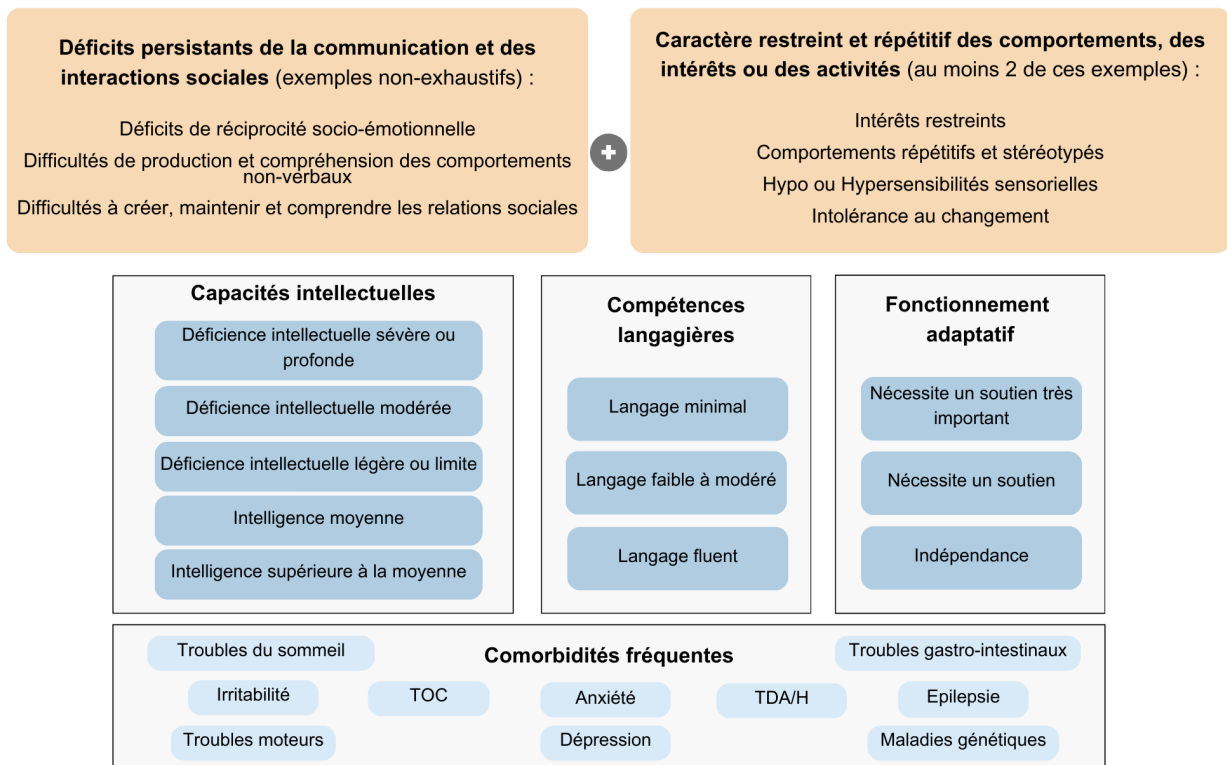


Figure 4.1 : Trouble du Spectre de l'autisme et comorbidités associées, adapté de Rosen et al. (2021).

En parallèle de la qualification du TSA et des comorbidités associées, de nombreuses recherches ont été menées pour essayer de mieux comprendre le fonctionnement cognitif atypique des personnes avec TSA, avec pour objectif de non seulement enrichir la compréhension du TSA, mais aussi de pouvoir développer des interventions adaptées, par exemple en termes d'enseignement.

Basés sur de nombreux travaux comparant des enfants/adultes avec TSA avec des enfants/adultes neurotypiques (ne présentant pas de TSA) et/ou avec des enfants/adultes avec une DI, de nombreuses théories ont cherché à expliquer les mécanismes cognitifs explicatifs de l'autisme, comme étant par exemple dû à :

- Un déficit de la théorie de l'esprit ("Theory of mind" en anglais), c'est-à-dire un déficit des capacités à inférer les états mentaux responsables d'une action d'un individu (Baron-Cohen, 2000) (ex : faible reconnaissance des émotions, difficultés de compréhension de la déception, de l'humour, etc.), mais n'expliquant que les symptômes dits "sociaux" du TSA et également retrouvé chez certaines personnes avec une DI ou avec une schizophrénie.

- Un dysfonctionnement exécutif, c'est-à-dire des fonctions exécutives (Geurts et al., 2009 ; Hill, 2004) (ex : manque de flexibilité, d'inhibition, difficultés de planification, etc.), à l'inverse n'expliquant que les symptômes dits "non sociaux" du TSA et retrouvé par exemple dans le TDAH.
- Un lien entre le déficit de la théorie de l'esprit et du fonctionnement exécutif, notamment via les travaux de Zelazo et de ses collaborateurs. Ces auteurs distinguent les fonctions exécutives dites "froides", à l'œuvre dans des tâches de raisonnement analytique pur (ex : planification, flexibilité, mémoire de travail, etc.), et les fonctions exécutives dites "chaudes", mobilisées lorsque la situation implique des éléments affectifs, nécessitant une régulation émotionnelle (ex : théorie de l'esprit, reconnaissance/régulation des émotions, etc.) (Zelazo, et al., 2005 ; Zimmerman et al., 2016). Chez les enfants avec TSA, les déficits seraient alors observés dans un premier temps dans les fonctions exécutives "chaudes" (ex : théorie de l'esprit), puis dans un second temps dans les fonctions exécutives froides (ex : flexibilité) (Fernández García et al., 2021 ; Zelazo et Carmson, 2012).
- Une faible cohérence centrale, c'est-à-dire que les individus avec TSA auraient une "hyper-sélectivité aux stimuli" se manifestant par un traitement préférentiel des détails (Happé et Frith, 2006) (mais avec encore une fois une limite en termes d'universalité et de spécificité au TSA et éventuellement une confusion avec le dysfonctionnement exécutif).
- D'autres théories, comme la théorie d'un fonctionnement perceptif augmenté (Mottron et al., 2006), la théorie de l'empathisation-systématisation (Baron-Cohen, 2002), la théorie de la motivation sociale (Chevalier et al., 2012), etc.

Cependant, bien que nombre de ces théories aient un rôle descriptif pertinent, fournissant des indications sur les différences dans la manière dont les personnes avec TSA peuvent traiter et expérimenter le monde qui les entoure, elles sont sujettes à des limites : 1) manque de spécificité pour l'autisme ; 2) en grande partie non développementales, ne s'appliquant qu'à un seul moment dans le temps ; 3) manque de preuves en tant que modèles d'explication (Lord et al., 2020).

Ainsi, de nombreux autres facteurs, notamment environnementaux et génétiques, ont été étudiés afin d'également expliquer les raisons du développement du TSA (Modabbernia et al., 2017), que nous détaillons en Annexe n°1.

Comme nous venons de le voir, le TSA est donc un trouble à l'origine complexe, relié à de nombreuses comorbidités, impliquant un fonctionnement cognitif atypique et concernant une grande partie de la population mondiale et française. Cette thèse portant sur la réussite académique universitaire, nous allons donc maintenant nous intéresser à la façon dont les étudiants avec TSA vivent l'expérience de l'Université.

Inclusion des étudiants avec TSA à l'Université

Tout comme pour l'inclusion des enfants en situation de handicap dans le primaire et le secondaire, les politiques d'inclusion ont permis de multiplier par près de 10 le nombre d'étudiants en situation de handicap à l'Université par rapport aux années 2000 (4 862 étudiants en 2000, 45 513 en 2021), représentant ainsi au total 2,2 % de l'ensemble des étudiants (Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2023). Cependant, parmi ces étudiants, on recense environ 1 000 étudiants TSA dans l'enseignement supérieur, soit 0,0004% de l'ensemble des étudiants, et environ 2,5% d'étudiants en situation de handicap (Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2023). Bien qu'étant en hausse (1.9% en 2017) et malgré une éventuelle sous-évaluation (ex : non-déclaration), ce pourcentage est dérisoire, au regard de la prévalence générale de 1% des personnes avec TSA en France, dont environ 50% n'ont pas de déficience intellectuelle (Jackson et al., 2018 ; Ministère des Solidarités de l'Autonomie et des Personnes Handicapées, 2023). Ce chiffre est également très faible en comparaison avec la prévalence d'étudiants avec TSA à l'étranger comme au Royaume-Uni, où environ 0,7 % des étudiants présentent un TSA, ce qui se rapproche du pourcentage en population générale (Jackson et al., 2018).

Pourtant, les étudiants avec un TSA ont des capacités qui leur permettent de réussir à l'Université, comme un style cognitif centré sur les détails et un fonctionnement intellectuel élevé (McPeake et al., 2023), la capacité d'assimiler rapidement des blocs d'information et de se souvenir d'informations pendant longtemps (Chown et Beavan, 2012), les capacités de concentration pendant un travail répétitif de longue durée (Lorenz et Heinitz, 2014), le désir d'avoir raison (Gobbo et Shmulsky, 2014), l'intérêt passionné pour leur domaine de prédilection qui peut se transformer en expertise (Barnhill, 2016 ; Dipeolu et al., 2015), etc.

Néanmoins, les étudiants avec un TSA, de par leur profil atypique (ex : difficultés avec les interactions sociales, fonctionnement exécutif atypique, etc.) et la transition brutale entre Lycée

et Université, sont confrontés à de nombreux défis académiques, tels que la gestion de leur vie de façon autonome, les révisions, l'organisation, le bruit des salles de cours, les déplacements sur le campus, etc. (Cage et Howes, 2020 ; Davis et al., 2021 ; McLeod et al., 2019).

Ces difficultés n'ont que très rarement été étudiées auprès d'étudiants avec TSA dans les Universités françaises. McPeake et al. (2023) ont récemment réalisé des entretiens semi-directifs auprès de 15 étudiants avec TSA suivant des cours dans différentes Universités françaises (Paris, Clermont-Ferrand et Grenoble) dans l'objectif de catégoriser les difficultés et les attentes de ces étudiants.

Quatre thèmes principaux (chacun divisé en 2 ou 3 sous-thèmes) sont ressortis de l'analyse de ces entretiens : 1) la recherche d'appartenance ; 2) l'importance de l'identité TSA et de sa révélation ; 3) la gestion de l'anxiété et de la fatigue ; 4) le travail avec les autres.

Le premier thème rend compte des expériences de recherche d'appartenance et des tentatives d'intégration et d'adaptation aux nouveaux environnements de l'enseignement supérieur en tant que personne avec TSA. Bien que l'expérience de l'Université soit au départ perçue comme un nouveau départ permettant l'épanouissement intellectuel et social, cette nouvelle expérience est souvent rendue compliquée par des difficultés dans la compréhension des codes sociaux de l'Université (menant à des difficultés à s'intégrer et à se faire des amis) ou encore par le ressenti d'un manque de soutien académique.

Le second thème réfère à la manière dont les participants ressentent un besoin de soutien lié à leur TSA et à la décision difficile de divulguer ou non leur diagnostic à l'Université. Cette décision est un questionnement important pour l'ensemble de ces étudiants, certains s'inquiétant de ne plus avoir d'aide, plus tard, dans le monde du travail (et donc se questionnant sur le fait d'en demander à l'Université) ou encore ne voulant pas d'une quelconque aide pour "des raisons de fierté". Cependant, la majorité des étudiants finissent par demander ces aides, ou par regretter de ne pas les avoir demandées.

Le troisième thème évoque les difficultés de gestions de l'anxiété et de la fatigue rencontrées par les étudiants avec TSA, souvent induites par des difficultés à gérer la surstimulation sensorielle de l'environnement (ex : bruit, lumière, etc.) ou le surengagement nécessaire pour obtenir de l'aide dans leur cursus (ex : difficultés d'interaction avec le secrétariat pour obtenir leurs tiers-temps par exemple).

Enfin, le quatrième thème est centré sur les difficultés de collaboration avec les autres étudiants rencontrées dans les travaux de groupes. Malgré une volonté de s'engager dans ces travaux, les étudiants avec TSA se sentent parfois incompris, voire rejetés par les autres. Deux étudiants

rapportent même que des étudiants de leur groupe ont directement demandé à l'enseignant de les exclure du travail collaboratif à réaliser. La rencontre avec des étudiants bienveillants à l'égard de leurs difficultés d'interactions ou de communication est donc un enjeu clé de la réussite de ces travaux de groupe.

Ces différentes difficultés académiques sont lourdes de conséquences, car elles peuvent conduire les étudiants avec TSA à ressentir de la fatigue, de l'anxiété, de la dépression, à tomber en burn-out, à abandonner leurs études, à avoir des idées suicidaires et à réaliser des tentatives de suicide, et ce à des niveaux plus élevés que les étudiants neurotypiques (Jackson et al., 2018 ; McPeake et al., 2023).

Dans le contexte des cours universitaires, les étudiants avec TSA peuvent également rencontrer de nombreux défis pédagogiques, tels que la collaboration avec d'autres étudiants, comme nous venons de le voir, mais également des difficultés avec les règles du cours, la prise de notes individuelle, la compréhension de termes implicites, etc. (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013). Or, la prise en compte de ces défis pédagogiques est mentionnée comme l'un des facteurs pouvant avoir un impact majeur sur la satisfaction et la performance académique des étudiants avec un TSA dans les Universités françaises (McPeake et al., 2023 ; Pellenq et Mamelli, 2022).

Pratiques pédagogiques et outils numériques adaptés pour les étudiants avec TSA

La littérature identifie un grand nombre de pratiques qui peuvent être mises en œuvre par les enseignants pour faciliter l'inclusion en classe des enfants et des adolescents avec TSA (Camargo et al., 2019 ; de Bruin et al., 2013 ; Fage et al., 2019 ; Gunn et Delafield-Butt, 2016 ; Mazon et al., 2023 ; Wang et Spillane, 2009). Cependant, beaucoup moins de travaux se sont concentrés sur les pratiques pédagogiques susceptibles de bénéficier aux étudiants avec TSA dans l'enseignement supérieur (Sacrestano, 2022).

La plupart des travaux existants prennent la forme de lignes directrices produites par et pour les enseignants universitaires (Atypie-Friendly, 2023 ; Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022). Ces lignes directrices révèlent trois thèmes de pratiques pédagogiques qui peuvent être utilisées pour faciliter la réussite des étudiants avec TSA.

Le premier thème concerne les pratiques pédagogiques relatives aux informations et aux règles du cours. Il s'agit de pratiques impliquants, par exemple, d'informer les étudiants sur la manière dont ils peuvent interagir avec les enseignants (McKeon et al., 2013), sur la possibilité d'utiliser un casque réducteur de bruit (Atypie-Friendly, 2023), sur un éventuel changement d'horaire (Sacrestano, 2022), sur le fonctionnement du système de gestion de l'apprentissage (ex : Moodle) utilisé (McKeon et al., 2013), etc. Ces pratiques pédagogiques renvoient à l'une des caractéristiques typiques des personnes avec TSA, relative à la nature restreinte et répétitive des comportements, intérêts ou activités (APA, 2023), impliquant notamment l'intolérance au changement, l'adhésion inflexible aux routines, la détresse face à des changements même mineurs et l'adhésion aux règles. De nombreuses études ont souligné l'importance de l'établissement de règles et de routines pour les personnes TSA afin de gérer au mieux leur environnement (Charitaki et al., 2021). L'établissement d'informations et de règles précises concernant les cours, et ce sans avoir à le demander à l'enseignant (point crucial), rendrait l'environnement d'apprentissage plus confortable pour ces étudiants, ce qui pourrait avoir un impact sur leur bien-être (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013).

Le deuxième thème des pratiques pédagogiques universitaires adaptées aux étudiants avec TSA comprend des éléments relatifs à l'organisation et au contenu des cours. Ce thème englobe des pratiques telles que commencer le cours par une introduction générale ("Aujourd'hui, nous allons discuter de...") (McKeon et al., 2013), fournir un syllabus détaillé (Gobbo et al., 2018), donner le choix sur les types de cours et les supports (cours magistraux, travaux dirigés, travaux pratiques, cours en face-à-face, en ligne, synchrones et asynchrones) (Pellenq et Mamelli, 2022), adopter un "enseignement explicite" (Hattie, 2015), etc. Une grande partie de ce thème de pratique pédagogique concerne également le fait de donner aux étudiants la possibilité de choisir les projets sur lesquels ils vont travailler, les thèmes qu'ils vont étudier, de travailler seul ou en groupe et la manière dont ils vont être évalués, etc. (Atypie-Friendly, 2023 ; Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022). Diverses lignes directrices soulignent donc l'importance d'avoir des leçons structurées et organisées pour faciliter l'apprentissage (Gobbo et al., 2018). Ces pratiques répondent à l'une des caractéristiques importantes des personnes avec TSA qui concerne les difficultés à organiser et à planifier leur vie quotidienne, entraînant des difficultés d'autonomie (McPeake et al., 2023).

Le troisième et dernier thème porte sur les éléments de conception des supports de cours PowerPoint qui peuvent être pertinents pour les personnes avec TSA. Les PowerPoint sont utilisés par une grande majorité d'enseignants à l'Université, avec plus de deux enseignants sur

trois déjà en 2012 (Baker et al., 2018). De nombreuses pratiques dans la conception des PowerPoint ont été mentionnées afin de faciliter la compréhension et l'apprentissage des étudiants (Baker et al., 2018 ; Garner et Alley, 2013 ; Kinchin, 2006), y compris des pratiques de conception universelle telles que l'utilisation de polices Sans Serif, une charte graphique cohérente, la numérotation des diapositives, la limitation de la quantité d'informations par diapositive, la mise en évidence des informations les plus importantes, etc. (Accessibility Toolkit for Open Educational Resources, 2023 ; Kinchin, 2006 ; Lespinet-Najib & Pinède, 2021 ; McKeon et al., 2013). La conception de PowerPoint est un défi majeur de la pédagogie inclusive (Kinchin, 2006), notamment pour les étudiants avec TSA qui ont particulièrement besoin d'un support visuel structuré et homogène pour leur apprentissage (McKeon et al., 2013). Bien que ces lignes directrices mettent en évidence un certain nombre de pratiques pédagogiques clés pour les étudiants universitaires avec TSA, elles présentent plusieurs limites. Tout d'abord, elles se fondent uniquement sur les retours d'expérience des enseignants universitaires (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022) et ne reposent pas sur une évaluation des pratiques pertinentes et souhaitées par les étudiants avec TSA eux-mêmes. Cependant, différents auteurs soulignent aujourd'hui l'importance majeure d'engager et d'intégrer les retours des étudiants avec TSA sur la pédagogie universitaire dans la rédaction de guidelines et d'études sur le sujet (McPeake et al., 2023 ; Pellicano et al., 2018). De plus, il n'existe pas à ma connaissance de travaux rendant compte de la mise en place effective de ces pratiques actuellement dans les cours universitaires en France. Par ailleurs, si les travaux sur les guidelines ont donné lieu à de nombreuses recommandations sur les pratiques pédagogiques universitaires adaptées aux étudiants avec TSA, certaines pratiques sont totalement absentes (des guidelines) alors qu'elles sont au cœur des travaux sur les méthodes pédagogiques actuelles.

Un thème majeur de pratiques négligées par les lignes directrices concerne les stratégies d'engagement, qui se réfèrent aux pratiques visant à engager les étudiants, individuellement ou en collaboration, pendant les cours dans le but d'améliorer leur apprentissage (Chi et Wylie, 2014). Parmi ces pratiques, seule celle de la prise de notes individuelle a fait l'objet d'une étude montrant qu'une formation à la prise de notes pouvait être bénéfique aux étudiants universitaires avec TSA (Reed et al., 2016). D'autres pratiques, des plus anciennes³⁵, aux pratiques

³⁵ Par exemple, la participation en classe ou la création de cartes conceptuelles (diagramme dans lequel chaque nœud représente un concept de cours et chaque lien identifie la relation entre les deux concepts de cours).

numériques plus récentes³⁶, n'ont jamais été évaluées auprès d'étudiants universitaires avec TSA, bien qu'elles aient montré des effets significatifs sur les performances académiques, l'engagement et la motivation chez des étudiants neurotypiques (Rocca, 2010 ; Schroeder et al., 2018 ; Yang et al., 2021 ; Zhang et Yu, 2021).

Au delà des pratiques pédagogiques, l'usage des outils numériques dans la vie académique des étudiants avec TSA n'a, de façon générale, pas non plus donné lieu à beaucoup de travaux sur le sujet. Pourtant, les appétences et compétences technologiques ont été identifiées comme un point fort de nombreux étudiants avec TSA (Anderson et al., 2019). De plus, un grand nombre d'outils numériques existent à destination d'élèves du primaire et du secondaire. Notamment, l'usage de la gamification (feedback, récompenses, niveaux, etc) et des serious game ont montré des effets positifs chez les enfants et adolescents avec TSA sur les interactions et aptitudes sociales, sur l'engagement, sur les apprentissages (vocabulaires, calculs, etc.) (Hashim et al., 2022), sur le développement des capacités motrices, etc. (Camargo et al., 2019 ; Collette et al., 2019 ; Keshav et al. 2017 ; Mazon et al., 2023 ; Serret, et al., 2014). Cependant, tout comme pour les programmes universitaires, la majorité de ces études sont des études pilotes avec un faible nombre de participants ($1 < n < 10$), un design expérimental "léger" (ex : pas de groupe contrôle) et peu de mesures standardisées (Mazon et al., 2023).

Compte tenu du faible nombre de travaux existants sur les outils numériques, un des objectifs de cette thèse sera de réaliser une revue de la littérature pour identifier leurs diversités ainsi que leurs effets (voir Chapitre 6).

³⁶ Par exemple les quiz gamifiés permettent de répondre à des questions de type quiz depuis son téléphone via des applications comme Wooclap ou Kahoot (voir Chapitre 2).

Programmes d'inclusion universitaire et projet Atypie-Friendly

Pour tenter de réduire ces difficultés académiques, de nombreux programmes ont été mis en place dans différentes Universités à travers le monde (Anderson et al., 2019 ; Davis et al., 2021 ; Gelbar et al., 2014 ; Gelbar et al., 2015 ; Sacrestano, 2022). Ces programmes comportent des pratiques communes, comme le mentorat par les pairs, les interventions cognitivo-comportementales, l'enseignement de stratégies de gestions du temps/stress/examens (ex : organisateurs graphiques) (Jackson et al., 2018), du temps supplémentaire pour les examens, des notes de cours fournies par les professeurs/pairs, l'utilisation d'un lieu d'examen séparé, des délais prolongés pour les devoirs ou encore des facilitations concernant la réalisation des projets de groupe (Anderson et al., 2019 ; Davis et al., 2021 ; Gelbar et al., 2014 ; Gelbar et al., 2015 ; Sacrestano, 2022) (exemples à la Figure 4.2).

Récemment, Anderson et al., (2018) dans leur revue systématique de la littérature incluant 24 articles (N = 291 étudiants TSA) ont cherché à évaluer l'efficacité de ces différents programmes.

Les auteurs ont souligné, dans un premier temps, les limites méthodologiques des travaux de recherches inclus avec : 1) des design expérimentaux très faibles en termes de qualité, avec 2/3 des études n'ayant pas réalisé de comparaison pré-post ; 2) un nombre très faible d'étudiants inclus, un quart des études ne comportant qu'un seul étudiant ; 3) une majorité de programmes durant moins de 3 mois ; 4) une grande variabilité de profils, liés à l'hétérogénéité du TSA, rendant difficile la généralisation des résultats obtenus. Néanmoins les auteurs ont également souligné l'importance de disposer de premiers résultats pouvant servir de pistes à explorer et indiquent que certaines constatations méritent d'être exploitées.

Par exemple, deux programmes ont obtenu une amélioration de marqueurs de la réussite académique chez l'ensemble des participants. Jackson et al. (2018), ont montré une amélioration des capacités rédactionnelles de trois étudiants avec la mise en place d'un programme de formation aux stratégies d'apprentissage de l'écriture sur 10 sessions avec un enseignant spécialisé. Koegel et al. (2013) concluent qu'un programme comportant du mentorat par les pairs et l'enseignement de compétences organisationnelles a permis une amélioration d'un grand nombre de marqueurs de la réussite académique chez 3 participants avec TSA (augmentation et maintien du nombre d'événements sociaux structurés par semaine et généralisation des interactions sociales, augmentation de la satisfaction à l'égard de l'expérience

universitaire et des interactions avec les pairs, augmentation de la moyenne générale et de l'emploi chez les participants, grande satisfaction à l'égard de l'intervention).

Plus précisément, les programmes de mentorat par les pairs (Siew et al., 2017), le suivi avec un ou une ergothérapeute (Schindler et al., 2015) et les programmes de transition (programmes mis en place avant ou dès l'arrivée des étudiants, avec des formations à la gestion du temps, à l'organisation, la socialisation, etc.) (McLeod et Harrison, 2013 ; Rando et al., 2016) ont généralement été jugés agréables et utiles par leurs participants, qui ont aussi généralement fait état d'une meilleure socialisation et d'une bonne performance académique. De plus, la plupart des interventions ont été jugées faciles à mettre en place, peu coûteuses, et satisfaisantes pour les étudiants (satisfaction évaluée seulement dans la moitié des travaux).

La mise en place de ces programmes semble donc être prometteuse pour faciliter la réussite académique des étudiants avec TSA à l'Université. Cependant, à l'image de la revue de Anderson et al. (2018), la plupart des études sont menées aux États-Unis (n = 16/24 ; 67%), le reste provenant d'Australie, du Royaume-Uni, du Canada, d'Irlande, d'Israël et du Japon.

En France, bien que des suivis des étudiants existent, et que certaines de ces pratiques sont déjà proposées, par exemple par le service PHASE pour l'Université de Bordeaux, l'efficacité des suivis et les éventuels programmes proposés n'ont pas donné lieu à des travaux académiques ou à des rapports d'évaluations, rendant difficile la mesure de leur efficacité. De plus, comme nous l'avons vu, le pourcentage d'inclusion d'étudiants avec TSA à l'Université en France est bien en deçà de ce qui se fait à l'étranger, comme au Royaume-Uni. Enfin, le Conseil de l'Europe a même souligné à plusieurs reprises le manque de soutien à l'emploi et d'opportunités pour les adultes avec TSA en France (Autisme France, 2024).

Dans ce contexte, le gouvernement français a inscrit le projet "Construire une Université Atypie-Friendly" (ou "Atypie Friendly"), coordonné depuis 2018 par l'Université de Toulouse sous la direction de Bertrand Monthubert, dans la Stratégie nationale pour l'autisme (2018-2028) et dans le Programme France 2030 (auparavant PIA).

L'objectif de ce projet est d'améliorer l'inclusion des étudiants avec des troubles du neurodéveloppement (notamment TSA) dans l'enseignement supérieur et les accompagner vers une insertion sociale et professionnelle. Le projet Atypie-Friendly réunit aujourd'hui environ 25 établissements partenaires en France ainsi que de nombreuses entreprises (ex : Thales, Microsoft, etc.).

Le programme propose déjà de nombreux services, comme la possibilité de mise en contact avec des référents, un guide de bonnes pratiques pour les professionnels, une boîte à outils à destination des étudiants, des webinaires, etc.

Plusieurs groupes de travail ont également pour objectif de proposer de nouveaux contenus dans différentes thématiques : Transition vers l'Université, Insertion professionnelle, Formation sur l'autisme, Vie quotidienne et accompagnement social, Évaluation de l'impact du dispositif, Outils numériques, Innovation pédagogique.

Cette thèse a contribué aux thématiques "Outils numériques" et "Innovation pédagogique".

Collège ou Université	Programme	Objectif
Université de Floride	Social Gators (Opportunités pour les étudiants pour une carrière, une vie académique et une autonomie)	Mentorat, réunions de groupe hebdomadaires, et modules d'apprentissage en ligne
Université d'État de Californie East Bay	College Link Program (CLP)	Compétences académiques et sociales, augmentation de l'indépendance
Harper College	Transition Autism Program (TAP)	Mentorat par les pairs, soutien académique, ateliers de préparation à l'emploi, et événements sociaux sur le campus
Université Western Kentucky	Kelly Autism Program (KAP)	Dortoirs privés, mentorat, counseling, réunions hebdomadaires avec un conseiller, et événements sociaux
Université de New York	Programme NYU Connections ASD	Offre un soutien individuel et de groupe
Université d'État de l'Ohio	Autism College Experience (ACE)	Autodétermination, communication sociale, connexions sur le campus
Université Drexel	Drexel Autism Support Program (DASP)	Mentorat par les pairs, coaching, événements sociaux

Figure 4.2 : Programmes spécialisés pour les étudiants avec TSA proposés dans les Universités des États-Unis, issu de Sacrestano (2022).

C'est dans le contexte du projet Atypie Friendly que s'inscrit ce chapitre de thèse. Ma thèse était, à l'origine, centrée sur les étudiants TSA. Mais le contexte pandémique a complexifié son déroulement, notamment en ce qui concerne l'inclusion d'étudiants avec TSA dans des

protocoles de recherche. Malgré ce changement d'orientation de ma thèse, j'ai néanmoins participé activement au projet local (Bordelais) d'Atypie Friendly, notamment en contribuant à des études autour des thématiques "Outils numériques" et "Innovation pédagogique". C'est dans ce contexte et en perspective de travaux futurs (post-doctoraux), que j'ai réalisé une revue de la littérature centrée sur les outils numériques adaptés aux étudiants avec TSA à l'Université (article n°6), ainsi qu'un questionnaire visant à interroger les étudiants (neurotypiques et TSA) sur la pertinence de pratiques pédagogiques mises œuvre dans les cours qu'ils sont amenés à suivre (article n°7).

Dans le chapitre consacré à la discussion générale (Chapitre 9), nous évoquerons également ma contribution à d'autres projets en cours (entrant dans le cadre du projet Atypie Friendly), comme la mise en place d'une visite virtuelle de services clés de l'Université, ou encore le développement d'un dispositif numérique visant à évaluer et à sensibiliser aux stéréotypes en lien avec l'autisme.

Conclusion du chapitre

Comme nous avons pu le voir, l'inclusion des étudiants avec TSA à l'école, et a fortiori à l'Université, est un enjeu sociétal majeur. Dans ce contexte, le projet national Atypie Friendly a mis en place des groupes de travail devant notamment réfléchir aux questions de pratiques pédagogiques et d'outils numériques adaptés aux besoins de ces étudiants. Bien que de nombreuses pratiques pédagogiques pertinentes soient présentes dans la littérature et dans les guides de bonnes pratiques, nous n'avons pas connaissance de l'état actuel de la mise en place de ces pratiques par les enseignants dans leurs cours universitaires. De plus, ces pratiques n'ont pas été évaluées par les étudiants TSA eux-mêmes, différents auteurs soulignant pourtant l'importance majeure d'engager et d'intégrer les retours des étudiants TSA sur la pédagogie universitaire dans la rédaction de guidelines et d'études sur le sujet (McPeake et al., 2023 ; Pellicano et al., 2018). Enfin, bien que l'usage d'outils numériques soit répandu dans les niveaux inférieurs (primaire, secondaire) (Mazon et al., 2022), une vue d'ensemble des outils numériques existants à destination des étudiants avec TSA, ainsi que leurs effets sur la réussite académique, restent des questions à approfondir.

Chapitre 5 : Objectifs et Méthodologie générale

Problématique et objectifs de la thèse

Comme nous avons pu le voir, l'Université a pour mission principale la réussite académique des étudiants et étudiantes. Cette réussite peut être évaluée à l'aide de nombreux marqueurs (performance académique, acquisition de connaissances, émotions ressenties, motivation, engagement, participation, etc.), ces derniers pouvant s'influencer mutuellement et dépendant également de facteurs individuels propres aux étudiants (ex : personnalité, capacités cognitives, motivation, etc.). Cependant, accentué par la crise sanitaire majeure de la pandémie de Covid-19, un constat national d'une proportion importante d'étudiantes et d'étudiants en grande difficulté est dressé, avec des répercussions notables sur leur santé mentale et physique pouvant mener à l'abandon de leur cursus.

En lien également avec la crise sanitaire, la pratique de l'apprentissage à distance, et notamment sa modalité synchrone, s'est particulièrement démocratisée dans les Universités, notamment françaises. Bien que de nombreux travaux aient été menés sur l'apprentissage à distance asynchrone, l'apprentissage à distance synchrone est une modalité moins étudiée, nécessitant des travaux visant à mieux comprendre ses effets sur les marqueurs de la réussite, les liens entre ces marqueurs, la différence avec l'apprentissage en présentiel, ainsi que le rôle de certains facteurs individuels (ex : personnalité, capacités cognitives, motivation).

Couplées à ce développement de l'apprentissage à distance, mais également à la révolution technologique et aux réflexions pédagogiques visant à encourager l'engagement des étudiants durant les cours, ces dernières années ont également vu l'essor d'outils pédagogiques numériques et gamifiés (ex : application portable de quiz, environnement de réalité virtuelle à visée éducative). Tout comme pour l'apprentissage à distance, l'utilisation de l'apprentissage gamifié apporte également son lot de questionnements, notamment concernant l'identification précise des éléments de jeux (ex : immersion, individuel/collaboratif, actif/passif) pouvant impacter les différents marqueurs de la réussite.

Dans ce contexte général, l'objectif de ma thèse est donc de mieux comprendre l'impact de l'apprentissage à distance synchrone et des outils numériques gamifiés sur la réussite académique.

Concernant l'étude de l'apprentissage à distance synchrone et de son impact sur les marqueurs de la réussite académique :

- Dans un premier temps (article n°1) nous avons identifié les principaux facteurs (personnalité, attention, mémoire, motivation, connaissances numériques) susceptibles d'impacter la réussite académique (performance académique - moyenne générale, QCM -, émotions, interactions étudiant-enseignant, engagement, sentiment de présence) en apprentissage à distance synchrone et tenté d'en évaluer l'importance relative à l'aide de méthodes d'analyses multifactorielles et de classification hiérarchiques.

- À la suite de ce premier travail, nous nous sommes focalisés (article n°2) sur certains de ces facteurs (personnalité, capacités cognitives, interactions étudiants-enseignants) afin de saisir plus finement leurs rôles sur la performance académique (effets simples et effets combinés) à l'aide de modèles de médiation-modération.

- Enfin, nous avons comparé l'apprentissage à distance et l'apprentissage en présentiel (article n°3) afin d'identifier l'impact différentiel de ces deux modalités d'apprentissage sur les marqueurs de la réussite académique (performance académique, engagement cognitif, interactions étudiant-enseignant, sentiment de présence, émotions, motivation).

Concernant l'étude des outils numériques gamifiés et de leurs impacts sur les marqueurs de la réussite académique :

- Nous nous sommes tout d'abord intéressés (article n°4) à l'impact des dimensions actif/passif et individuel/collaboratif sur différents marqueurs de la réussite académique (acquisition de connaissance, engagement, émotions, interactions, TAM) lors de l'utilisation d'une application de quiz gamifiés (Wooclap).

- Nous nous sommes ensuite concentrés (article n°5) sur l'impact de cette même dimension actif/passif ainsi que de la dimension immersive/non-immersive sur différents marqueurs de la réussite académique (acquisition de connaissances, charge cognitive, engagement, sentiment de présence, émotions, motivation) dans une situation d'apprentissage à distance asynchrone utilisant un jeu sérieux (laboratoire virtuel).

En perspective et dans le prolongement de ces différentes études, ma thèse s'inscrit également dans le projet national "Construire une Université Atypique-Friendly ", projet portant en partie sur les innovations pédagogiques et les outils numériques à destination des étudiants présentant

des troubles du neurodéveloppement (notamment avec un TSA). Comme nous l'avons vu, l'inclusion des étudiants avec un TSA est encore fortement limitée dans les Universités françaises. Dans l'objectif d'améliorer la situation, une meilleure compréhension des pratiques pédagogiques et des outils numériques existants, et de leur acceptation par les étudiants avec un TSA, est donc un enjeu crucial. Pour répondre à cette problématique, nous avons réalisé :

- Une revue systématique (étude n°6 a, b) portant sur les outils numériques à destination des étudiants avec un TSA à l'Université.
- Un questionnaire (article n°7) visant à identifier les pratiques pédagogiques jugées comme étant les plus pertinentes par ce public spécifique.

Méthodologie générale

Dans cette partie, afin de faciliter la lecture (et d'éviter les redondances), nous allons présenter les différents éléments de méthodologie qui sont récurrents dans les différents travaux de cette thèse. Nous décrirons notamment les échelles utilisées pour évaluer les marqueurs de la réussite et les facteurs individuels, mais aussi quelques caractéristiques des participants inclus, de leur recrutement et des outils numériques utilisés. Nous évoquerons également les conditions de réalisation de cette thèse qui a débuté pendant la période de pandémie.

Participants, procédures et méthodes statistiques

Les articles portant sur l'apprentissage à distance synchrone (articles n°1, 2, 3) et sur l'apprentissage gamifié (articles n°4, 5) ont donné lieu à un protocole incluant une ou plusieurs séances de cours d'une ou plusieurs disciplines.

Dans tous les cas, la procédure de recrutement a consisté à envoyer des mails aux différents enseignants et enseignantes de l'Université de Bordeaux afin de leur présenter le protocole et de leur demander leur participation. En cas d'acceptation, les étudiants étaient informés en amont de la réalisation d'un protocole de recherche durant ces séances. Il leur a été demandé d'agir au maximum comme ils avaient l'habitude de le faire dans les cours en question. Les différents protocoles n'ont jamais été appliqués sur les premières séances de cours du semestre afin d'éviter des effets de découverte de la discipline. Les disciplines et les étudiants y prenant part seront détaillés dans chaque article.

Dans chacun de ces protocoles, la majorité des échelles d'évaluations des marqueurs de la réussite étaient complétées en fin de séances par les étudiants via des questionnaires en ligne (les marqueurs évalués de façon différente sont précisés ci-dessous). Les documents concernant les facteurs individuels (personnalité, capacités cognitives, compétences en informatique, parfois motivation) devaient également être complétés en ligne en dehors des séances de cours. Les méthodes statistiques étant différentes pour chaque article, elles seront détaillées dans les méthodologies dédiées.

Ethique et protection des données

L'approbation éthique a été obtenue pour l'ensemble des travaux réalisés auprès du Comité d'Éthique du Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux et du délégué à la protection des données de l'Université.

Avant toute participation dans l'un de ces travaux, les participants devaient remplir la "Notice d'information dans le cadre de la collecte des données personnelles" (voir Annexe n°7).

Contexte général pandémique

Ma thèse a débuté en septembre 2020, soit peu de temps après le premier confinement (du 17 mars au 11 mai 2020 non inclus). Les deuxièmes (du 30 octobre au 15 décembre 2020 non inclus) et troisièmes confinements (du 3 avril au 3 mai 2021 non inclus) ont eu lieu au cours de ma première année. Ces différentes phases de confinement ont impacté le déroulement de la thèse.

En effet, le début de la thèse (septembre 2020 à décembre 2020) a nécessairement été consacré à l'identification des enjeux spécifiques à la recherche sur l'apprentissage à distance synchrone ainsi qu'à la sélection de marqueurs de la réussite et de facteurs individuels pertinents. Le premier objectif nécessitait l'inclusion de différents cours à distance synchrones. Les recrutements ont commencé vers la fin de l'année 2020, afin de pouvoir débiter les expérimentations au second semestre (janvier 2021 - juin 2021).

Cependant, sortant de deux confinements, peu d'enseignants ont alors continué à donner leur cours dans une modalité à distance synchrone, utilisant plutôt le présentiel, ce qui a induit un

timing à contre-courant de l'objectif de ma thèse. Ainsi, alors que l'objectif initial était d'inclure aux alentours de 20 cours issus de disciplines différentes, seuls 6 ont pu être inclus ("Fonctions cognitives dans le handicap", "Psychologie de la motivation", "Neurophysiologie de la motricité", "Mémoire et fonctions exécutives", "Introduction aux sciences humaines et méthodologies", "Traitements ergothérapeutiques pour les troubles cognitifs").

D'autre part, une partie de la thèse était consacrée à la comparaison apprentissage à distance synchrone et apprentissage en présentiel. Cela a nécessité de comparer des cours similaires (dans ces 2 modalités) réalisés par le/la même enseignant/enseignants (donc cours en présentiel réalisés l'année d'après, de janvier 2022 à juin 2022). Dans la mesure où certains de ces cours n'ont pas été refaits l'année suivante, le nombre total de cours en présentiel a également été restreint (3 cours comparés (sur les 6 à distance synchrones) : "Traitements ergothérapeutiques pour les troubles cognitifs", "Introduction aux sciences humaines et méthodologies", "Mémoire et fonctions exécutives").

De plus, ma thèse devait à l'origine être centrée sur les étudiants avec TSA, mais le contexte pandémique a complexifié son déroulement et n'a pas rendu possible l'inclusion d'étudiants avec TSA dans les protocoles de recherches. Ce sujet est donc proposé en ouverture et en perspective de ma thèse (voir Chapitres 8 et 9) mais ne constitue pas le point central de mon travail.

Outils numériques

Afin de nous intéresser à l'apprentissage à distance synchrone et à son impact sur les marqueurs de la réussite académique, le logiciel Zoom a été utilisé pour l'ensemble des cours inclus dans nos trois articles traitant du sujet.

Ce logiciel est développé par la société Zoom Video Communications (États-Unis) depuis le début des années 2010. Il a vu son nombre d'utilisateurs journaliers exploser lors de la période du premier confinement, passant de 10 millions en décembre 2019 à 200 millions en mars 2020 (Leloup et Szadkowski, 2020). Le choix d'utiliser ce logiciel plutôt que d'autres (ex : Blackboard Collaborate, Skype, Elluminate, Adobe Connect, Webex, etc.) s'explique simplement par la décision d'achat d'une licence globale par l'Université de Bordeaux,

impliquant donc que l'ensemble des cours réalisés par les enseignants de l'Université³⁷ se sont déroulés avec cet outil.

Au moment du déroulé des différents travaux impliquant l'utilisation du logiciel (débutés en Janvier 2021 - terminés en Juin 2022), le logiciel permettait aux étudiants et aux enseignants de communiquer en utilisant l'audio, la vidéo, le chat textuel, le tableau blanc interactif, le partage d'applications, etc. (Martin et al., 2021). Les fonctionnalités récentes, telles que la reconnaissance de mouvements lorsqu'un participant lève la main pour participer, le sous-titrage en direct de la discussion ou encore la retranscription textuelle de la discussion, n'étaient pas disponibles à ce moment-là (Orellana et al., 2024).

Les articles portant sur l'apprentissage gamifié (articles n°4, 5) utilisent des outils numériques différents (application de quiz gamifié et environnement de réalité virtuelle), nous les détaillerons dans leurs parties "Matériels et méthodes" respectives.

Les articles concernant les pratiques pédagogiques et outils numériques à destination des étudiants avec TSA (articles n°6, 7, 8) n'ont pas donné lieu à l'utilisation d'outils numériques.

Les échelles utilisées

Marqueurs cognitifs de la réussite académique

Performance académique : Moyenne générale

La moyenne générale désigne la note finale (composée de notes aux contrôles continus - CC - et/ou examens terminaux³⁸) d'un étudiant obtenu dans le cours auquel il a participé et qui a été intégré dans un des protocoles de cette thèse. Les CC et examens étaient conçus par les enseignants ayant donné les cours. À la différence de l'acquisition de connaissances (voir ci-dessous), la moyenne générale intègre implicitement différents facteurs, comme les aptitudes/stratégies de révisions, la gestion du temps/stress, etc. La moyenne générale est le marqueur de la réussite académique le plus utilisé dans les travaux de recherche, justifiant son utilisation (voir Chapitre 1). Le score de moyenne générale allait de 0 à 200.

Cette échelle a été utilisée dans deux articles (articles n°1, 2).

³⁷ L'ensemble des cours intégrés dans les différents travaux de cette thèse ont été donnés à l'Université de Bordeaux.

³⁸ Toutes les moyennes générales des cours étaient exclusivement constituées de tests de connaissances et non de projets de groupes par exemple.

Performance académique : Acquisition de connaissances

L'acquisition de connaissances correspond à la mise en place de QCM portant sur le contenu traité spécifiquement dans les séances de cours intégrés dans nos différents protocoles. Ces derniers se composaient de 6, 8 ou 10 items (articles n°1, 2, 3, 4, 5) et prenaient la même forme : 4 choix de réponses possibles et 1 à 4 bonnes réponses à chaque fois ; les réponses correctes = 1 point ; une erreur (omission ou réponse incorrecte) = 0,5 point ; deux erreurs ou plus = 0 point.

En fonction des protocoles, l'acquisition de connaissances était soit uniquement évaluée en fin d'expérience (articles n°1, 2, 3) ou en pré-post pour les articles portant sur l'apprentissage gamifié (articles n°4, 5).

De plus, les protocoles sur l'apprentissage à distance synchrone (articles n°1, 2, 3) incluaient deux séances de cours pour chaque discipline incluse. Trois questions portaient sur la première séance, et 3 sur la suivante.

Marqueurs affectifs de la réussite académique

Motivation

Le questionnaire sur les stratégies d'apprentissage motivées (Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ) (Pintrich et al., 1991) a été utilisé pour évaluer la motivation des étudiants. Il s'agit d'un questionnaire auto-administré créé pour mesurer l'orientation motivationnelle des étudiants et les stratégies d'apprentissage mises en place dans les cours universitaires. Seul le questionnaire conçu pour mesurer la motivation a été utilisé, à savoir les échelles d'orientation de l'objectif vers l'apprentissage intrinsèque (alpha = 0,74 ; 4 items) ; l'orientation de l'objectif vers la performance extrinsèque (alpha = 0,62 ; 4 items) ; l'orientation de l'objectif vers l'apprentissage pour la valeur de la tâche (motivation intrinsèque également ; alpha = 0.90 ; 6 items). Chaque modalité de motivation était mesurée via des échelles de Likert allant de "1 - Pas du tout vrai pour moi" à "7 - Très vrai pour moi", avec une moyenne calculée pour chaque modalité.

Pour rappel, l'orientation de l'objectif vers l'apprentissage intrinsèque fait référence au degré selon lequel les étudiants perçoivent leur participation à la tâche d'apprentissage comme un défi, une curiosité ou le désir de maîtriser la tâche d'apprentissage. L'orientation de l'objectif vers l'apprentissage pour la valeur de la tâche est vraiment centrée sur l'appréciation et l'intérêt

envers la discipline en tant que telle. Ces deux échelles peuvent cependant être rattachées à la notion de motivation intrinsèque.

L'orientation de l'objectif vers la performance (rattaché à la motivation extrinsèque) désigne le degré selon lequel l'étudiant perçoit sa participation à un cours comme un moyen d'obtenir de bonnes notes, d'être bien évalué par les autres, etc. (voir Chapitre 1 pour plus de détails).

Ces échelles ont été choisies parce qu'elles sont les plus utilisées dans la littérature traditionnelle sur l'apprentissage en présentiel. En effet, Richardson et al., (2012) ont identifié, dans leur méta-analyse, 120 utilisations de l'échelle pour l'orientation de l'objectif vers l'apprentissage intrinsèque et vers la performance, soit beaucoup plus que les autres échelles de motivation intrinsèque/extrinsèque existantes (32 utilisations au total). De plus, cette même méta-analyse a montré que la motivation extrinsèque classique n'avait pas de corrélation avec la performance académique, ce qui est le cas de l'échelle des objectifs extrinsèques du MLSQ. Ces échelles ont été utilisées dans les articles n°1 et n°3. Dans l'article n°1, la motivation est étudiée en tant que facteur individuel. Elle est étudiée en tant que marqueur affectif de la réussite dans l'article n°3. La discussion à ce sujet est développée dans la discussion générale (Chapitre 9).

Émotions

Pour évaluer les émotions ressenties par les étudiants pendant les cours, le Achievement Emotions Questionnaire (AEQ) de Pekrun et al. (2005) a été utilisé. Ce questionnaire comprend 77 items pour mesurer les émotions des étudiants : plaisir, espoir, fierté, ennui, colère, anxiété, honte et désespoir. La fiabilité des échelles de l'AEQ varie d'adéquate à très bonne ($\alpha = 0,75$ à $0,93$). Cette échelle a été utilisée dans des centaines d'études différentes (Pekrun et al., 2017). Voici un exemple de questions posées pour chacune des émotions évaluées par l'AEQ : plaisir ("J'aime être en cours"), espoir ("J'ai confiance en moi parce que je comprends la matière"), fierté ("Je suis fier des contributions que j'ai apportées en cours"), ennui ("Le cours m'ennuie"), colère ("Quand je pense au temps que je perds en classe, je m'énerve"), anxiété ("Je me sens nerveux en classe"), honte ("J'ai honte parce que d'autres ont mieux compris le cours que moi") et désespoir ("J'ai perdu tout espoir de comprendre ce cours"). Chaque émotion était mesurée à l'aide d'échelles de Likert allant de "1 - Fortement en désaccord" à "5 - Fortement d'accord", avec un score moyen calculé pour chaque émotion.

Le cadre conceptuel de cette échelle est détaillé dans le Chapitre 1. Comme nous l'avons vu dans ce chapitre théorique, cette échelle a été énormément utilisée ces dernières années dans

des travaux s'intéressant à l'apprentissage en présentiel et permet une meilleure conceptualisation du ressenti des étudiants en comparaison à des échelles de satisfaction traditionnelle (Pekrun et Linnenbrink-Garcia, 2012), ce qui explique son utilisation dans ma thèse.

Cette échelle a été utilisée dans les articles n°1, 3, 4 et 5.

Sentiment de présence

Le "ITC-Sense of Presence Inventory" (Lessiter et al., 2001) a été utilisé pour évaluer le sentiment de présence. Il s'agit d'un questionnaire qui a l'avantage d'être adaptable à différents outils numériques, d'où son utilisation pour l'apprentissage à distance synchrone (articles n°1 et n°3) et la réalité virtuelle (article n°5). Ce questionnaire comporte 4 échelles utilisées pour évaluer : 1) le sentiment de présence induit par l'outil numérique (ex : "J'avais l'impression de ne pas seulement regarder quelque chose" ; "J'avais l'impression d'être dans le même espace que les personnes et/ou les objets" ; 2) l'engagement des participants (voir partie "Engagement" ci-dessous) ; 3) sa validité écologique, c'est-à-dire l'impression d'être dans un environnement réel et naturel (ex : "J'avais le sentiment que les personnes étaient vraiment présentes." et "Les situations du cours auraient pu vraiment se produire dans un cours en présentiel") ; 4) les effets négatifs qui peuvent résulter de cet outil numérique (exemple : "J'ai eu l'impression d'avoir mal à la tête" et "J'ai senti que j'avais une fatigue visuelle"). Ce questionnaire est composé de 44 items avec une très bonne cohérence interne pour chaque échelle ($\alpha = [0.76-0.94]$). Toutes les échelles prenaient la forme d'échelles de Likert allant de "1 - Totalement en désaccord" à "5 - Totalement en accord", avec un score final calculé en faisant la moyenne de tous les items pour chaque échelle.

Les échelles de validité écologique et d'effets négatifs ont également été utilisées dans l'article n°1.

Charge cognitive

La charge cognitive a été évaluée à l'aide du Cognitive Load Index (CLI) (Leppink, 2013) dans sa version adaptée et traduite en français par Fontaine et al. (2019). Le CLI est une échelle de mesure auto-rapportée utilisée pour évaluer trois types de charge cognitive dans des contextes d'apprentissage : intrinsèque, extrinsèque et germaine. Dans l'article n°5, nous nous sommes particulièrement intéressés à la charge cognitive intrinsèque qui correspond à la charge cognitive induite par la complexité de la tâche en elle-même (voir Chapitre 1, Fontaine et al.,

2019). L'échelle se compose de 10 items sur une échelle de Likert en 7 points (exemple : "Les sujets abordés lors de cette activité étaient complexes."). La charge cognitive était évaluée en post-test.

Note : Dans mon article "Enhancing pharmacology education: Investigating the efficacy of serious game-based learning through virtual simulation" (article n°5), cette échelle est classée dans les marqueurs cognitifs de la réussite suite aux demandes des reviewers.

Marqueurs comportementaux de la réussite académique

Interactions étudiant-enseignant (participation)

Les interactions étudiant-enseignant ont été étudiées sous la forme de la participation en classe dans les articles n°1, 2, 3 et 4. Dans chaque séance de cours, les interactions entre les étudiants et l'enseignant/enseignante ont été mesurées selon le protocole de David Strang (2012). Le score de participation de chaque étudiant était augmenté de 1 point pour chaque question ou réponse à une question portant sur le contenu du cours ou pour chaque intervention de régulation du cours (mauvais affichage d'un slide du PPT, politesse, etc.). Dans la majorité des articles, un score de participation final était alors constitué de la somme de l'ensemble des interactions.

Dans l'article n°1, à visée exploratoire, chaque type de participation (question-réponses, régulation) était divisé en deux catégories : participation effectuée par la voix (c'est-à-dire toutes les interactions utilisant le microphone), et participation via le chat (c'est-à-dire toutes les interactions utilisant le chat de Zoom).

Pour les séances de cours à distance synchrone, les cours étaient enregistrés, permettant la quantification de chaque participation de façon individualisée (les noms de chaque intervenant étant indiqué sur Zoom). De plus, le chat était exporté pour comptabiliser les participations réalisées via ce support.

Pour les séances de cours en présentiel, cette modalité rendant très difficile le fait de filmer le cours, d'identifier chaque étudiant, etc., une fiche de cotation était distribuée afin que les étudiants puissent y inscrire une croix à chaque participation (questions-réponses, régulation).

Engagement

L'engagement a été évalué dans les articles n°1, 3, 4 et 5, sous la forme de l'implication des étudiants durant les séances de cours.

Dans les articles n°1 et 3, l'engagement a été évalué par l'intermédiaire du "ITC-Sense of Presence Inventory" (Lessiter et al., 2001) et de l'échelle d'engagement associée (ex : "Je me suis senti impliqué dans le cours en ligne" ; "Je faisais plus attention au cours en ligne qu'à mes propres pensées (par exemple, préoccupations personnelles, rêveries, etc.)". Ce choix d'échelle était justifié par l'usage en parallèle des autres échelles du "ITC-Sense of Presence Inventory". Pour l'article n°4, l'engagement a également été évalué en suivant le protocole de Raes et al., (2020), c'est-à-dire en posant à plusieurs moments du cours la question suivante : "À quel point vous sentez-vous engagé dans le cours actuellement" (1 - Pas du tout engagé ; 7 - Très fortement engagé).

Note : En fonction des articles, ces échelles d'engagement ont pu être catégorisées en tant que "marqueurs comportementaux" ou "marqueurs cognitifs", dépendant des échanges et des recommandations des rapporteurs des différents journaux. Ce point est discuté en discussion générale (Chapitre 9).

Acceptation de la technologie (TAM)

L'acceptation de la technologie n'a été évaluée que dans l'article n°4.

Pour mesurer l'acceptation de l'application de quiz gamifié (article n°4), en fonction de la présence de différents éléments de jeu (actif/passif, collaboratif/individuel), les échelles du modèle TAM adapté aux technologies d'apprentissage ont été utilisées (Venkatesh et Bala, 2008 ; Raes et al, 2020) : utilité perçue (3 items ; ex : "L'activité Wooclap a amélioré la qualité de mon processus d'apprentissage"), attitudes envers la technologie (3 items ; ex : "L'activité Wooclap a rendu le cours plus intéressant"), facilité d'utilisation perçue (3 items ; ex : "Je trouve que le système Wooclap est facile à utiliser"). Une échelle adaptée de l'échelle d'intention comportementale d'utilisation (Venkatesh et Bala, 2008) a été conçue pour ce protocole afin d'évaluer le désir de voir l'utilisation de l'activité Wooclap étendue à d'autres cours (2 items, "Cette activité Wooclap pourrait être utilisée dans d'autres cours", "Cette activité Wooclap pourrait être adaptée à d'autres cours"). Les réponses aux questions ont été recueillies via des échelles allant de 1, "Pas du tout", à 7, "Très fortement" et un score moyen était calculé.

Facteurs individuels

Personnalité

Le Big Five Inventory est un questionnaire développé par John *et al.* (1991) composé de 44 items mesurant les différences individuelles sur cinq dimensions majeures de la personnalité (Ouverture, Conscienciosité, Extraversion, Agréabilité et Névrosisme). La conscienciosité est évaluée avec des items du type "Je me vois comme quelqu'un qui : "fait des projets et les poursuit" ou "a tendance à être désorganisé" (item inversé). L'extraversion est évaluée par des items comme "Je me vois comme quelqu'un qui : est sociable, extraverti" ou "à une forte personnalité, s'exprime avec assurance". L'ouverture d'esprit est mesurée avec des items comme "Je me vois comme quelqu'un qui : s'intéresse à de nombreux sujets" ou "est créatif, plein d'idées originales". L'agréabilité est évaluée avec des items comme "Je me vois comme quelqu'un qui : a tendance à critiquer les autres" (item inversé) ou "est indulgent de nature". Enfin le névrosisme se mesure via des items du type "Je me vois comme quelqu'un qui : se tourmente beaucoup" ou "est facilement anxieux" (voir Chapitre 1 pour plus de détails).

Chaque item des différents traits de personnalité était mesuré par l'intermédiaire d'une échelle de Likert allant de "1 - Désapprouve fortement" à "5 - Approuve fortement". Une moyenne des scores des différents items était calculée pour obtenir le score de chaque trait.

Ce questionnaire présente l'avantage d'être court à remplir et facile à comprendre et à noter. Nous avons utilisé sa version traduite et validée en français (Plaisant *et al.*, 2010) dans les articles n°1 et 2.

Capacités cognitives (attention et mémoire)

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1, les capacités cognitives sont des facteurs importants de la réussite académique, étudiées dans de nombreux travaux. L'attention et la mémoire font partie des capacités les plus explorées dans ce type d'étude.

Afin d'évaluer l'attention des étudiants, nous avons utilisé l'échelle "Act with Awareness items" du "Kentucky Inventory of Mindfulness Skills" (Baer, 2003), composée de 39 éléments répartis en quatre facteurs, dont une échelle évaluant la méta-attention, c'est-à-dire l'aptitude d'un individu à évaluer ses propres capacités attentionnelles (exemple d'item : "Quand je fais quelque chose, je suis seulement concentré sur ce que je fais, rien d'autre. ") (Baer, 2003). Un score global de méta-attention était calculé (échelles de Likert à cinq points pour chaque item (allant de "1 - Jamais ou très rarement vrai" à "5 - Très souvent ou toujours vrai").

Cette sous-échelle a été choisie parce que : 1) elle a déjà été utilisée pour évaluer les capacités attentionnelles des étudiants pendant des cours ; 2) le questionnaire a été traduit et validé en français (toutes les sous-échelles ont une bonne - > 0,70 - à très bonne - > 0,80 - fiabilité interne (Nicastro et al., 2010).

Le questionnaire d'auto-évaluation des systèmes de mémoire "Self-evaluation of Memory Systems Questionnaire" (SMSQ) (Tonkovic et Vranić, 2011) a été utilisé pour évaluer les capacités de mémoire des étudiants. Ce questionnaire évalue différentes échelles de mémoire avec une bonne cohérence interne (évaluation subjective : $\alpha = 0,85$; mémoire épisodique : $\alpha = 0,83$; mémoire des nombres : $\alpha = 0,81$; mémoire visuospatiale : $\alpha = 0,74$; rappel : $\alpha = 0,78$). Il présente l'avantage d'avoir été testé sur différentes populations, notamment des étudiants, et d'évaluer les capacités de mémoire dans la vie quotidienne (Tonkovic et Vranić, 2011). Un score global de méta-mémoire (cotation des items allant de "1 - Médiocre" à "5 - Très bon") comprenant ces différentes échelles a été utilisé.

Ces échelles mesurant l'attention et la mémoire ont été utilisées dans les articles n°1 et 2.

Compétences numériques

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1, les compétences numériques sont considérées comme un facteur primordial de la réussite dans un apprentissage à distance.

L'évaluation du niveau de culture numérique a été réalisée à l'aide de l'échelle de Dashtestani et Hojatpanah (2021), dont le questionnaire évalue le sentiment de compétence et la fréquence d'utilisation d'outils numériques (par exemple, sentiment de compétence/fréquence de navigation sur Internet, utilisation d'outils bureautiques, etc.). Trois échelles ont été utilisées : 1) échelle de compétences numériques (ex : "Avez-vous des compétences pour... faire des recherches sur Internet", $\alpha = 0,79$, Échelle de Likert à 5 points ; 1 - Pas de compétences ; 5 - Compétences élevées) ; 2) utilisation du numérique (ex : "Combien de temps par semaine utilisez-vous... un ordinateur", $\alpha = 0,65$; échelles en 6 points allant de "Je n'utilise pas cet outil numérique" à "Plus de 25 heures") ; 3) fréquence des interactions numériques en ligne dans leur vie quotidienne (ex : "À quelle fréquence interagissez-vous, par écrit ou audio, sur les réseaux sociaux ?", $\alpha = 0,55$, Échelle en 5 points de "Jamais" à "Tous les jours").

Des questions quant à la pratique des jeux vidéos ont également été posées en s'inspirant des travaux de Ricquebourg et al. (2013) et de Dany et al. (2016) :

"À quelle fréquence jouez-vous à des jeux vidéos ?" (Échelle en 5 points, "Tous les jours" - "Jamais joué"), "Combien de temps y jouez-vous en moyenne à chaque fois ?" (Échelle en 4

points, "Moins de 1 heure" à "Plus de 5 heures"), "À environ combien de jeux avez-vous déjà joués ?" (Question ouverte).

Ces questions sur la pratique des jeux vidéos reposent sur une hypothèse selon laquelle la pratique des jeux vidéos pourrait être liée à une plus grande facilité d'usage des outils de visioconférence, notamment en termes de participation via un chat écrit ou vocal (Vladoiu et Constantinescu, 2020), de par une expérience plus fréquente de ce type d'outils dans leur quotidien (ex : interactions sur des plateformes de streaming de jeux vidéos, interactions sur des forums, etc.).

Chapitre 6 : Étude de l'apprentissage à distance synchrone et de son impact sur les marqueurs de la réussite académique

Article n°1 : Mieux comprendre les facteurs de réussite de l'apprentissage à distance synchrone : une analyse en composantes principales

État de l'article

Soumis dans *Technology, Knowledge and Learning* en juin 2023

Introduction et rappel du contexte

L'objectif de ce présent article est d'identifier les principaux facteurs (personnalité, attention, mémoire, motivation, connaissances numériques) susceptibles d'impacter la réussite académique (performance académique - moyenne générale, QCM -, émotions, interactions étudiant-enseignant, engagement et sentiment de présence) en apprentissage à distance synchrone. L'importance relative de ces différents facteurs a également été évaluée à l'aide de méthodes d'analyses multifactorielles et de classification hiérarchiques.

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1, de nombreuses méta-analyses et revues systématiques portant sur l'apprentissage à distance (asynchrone et synchrone) ont montré que cette pratique semble tout aussi efficace, ou légèrement plus efficace, que l'apprentissage en présentiel sur les marqueurs cognitifs de la réussite académique (acquisition de connaissances, scores aux examens, etc.) (Allen et al., 2004 ; Bernard et al., 2004 ; Cavanaugh et al., 2001 ; Lou et al., 2006 ; Machtmes et Asher, 2000 ; Means et al., 2013 ; Shachar et Neumann, 2003 ; Williams, 2006). De plus, l'apprentissage à distance asynchrone et synchrone semblent donner lieu à moins de satisfaction (marqueur affectif) de la part des étudiants par rapport au présentiel (Allen et al., 2002 ; Chips et al., 2012 ; Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Tomlinson et al., 2013).

Cependant, de nombreuses questions concernant l'efficacité de l'apprentissage à distance synchrone demeurent. Tout d'abord il est important de noter que la majorité des travaux existants portent sur d'anciennes technologies, nécessitant une actualisation des résultats passés (Siemens et al., 2015 ; Valverde-Berrocoso et al., 2020). Ensuite, beaucoup moins de travaux ont évalué l'apprentissage à distance synchrone en comparaison à l'apprentissage en présentiel ou asynchrone (Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Siemens et al., 2015 ; Valverde-Berrocoso et al., 2020 ; Zeng, 2024). Parmi les différents marqueurs de la réussite, certains ont donc été peu ou pas étudiés (ex : émotions, engagement, sentiment de présence, etc.) et des débats persistent concernant les liens pouvant exister entre les différents marqueurs. De plus, pour certains marqueurs ayant fait l'objet de nombreuses études, comme les interactions étudiant-enseignant, les travaux ne mesuraient pas le nombre d'interactions en tant que tel ni leurs contenus, mais comparaient des designs de cours favorisant ou non leurs apparitions (Bernard et al., 2009, 2014 ; Borokhovski et al., 2012 ; Lou et al., 2006 ; Williams et al., 2006).

Nous avons également vu que, même si certains facteurs individuels ont été identifiés comme pouvant avoir un rôle important sur la réussite en apprentissage à distance (ex : auto-régulation, motivation, connaissances en informatiques), d'autres facteurs de réussite majeurs de l'apprentissage en présentiel, notamment les traits de personnalité et les capacités cognitives (Richardson et al., 2012), sont quasiment absents des recherches sur l'enseignement à distance. Enfin, peu de travaux ont utilisé des modèles complexes s'intéressant à plusieurs facteurs individuels et plusieurs marqueurs de la réussite en même temps ainsi qu'aux possibles interactions entre ces facteurs (Baki et al., 2021 ; Kang et Shin, 2015). Une connaissance précise de ces différents facteurs a pourtant des implications importantes, telles que : 1) prédire la réussite académique des étudiants ; 2) orienter les étudiants vers des disciplines et des programmes dans lesquels ils ont le plus de chances de réussir ; 3) permettre aux enseignants d'élaborer des cours pouvant mieux correspondre aux profils des étudiants (O'Connor et Paunonen, 2007).

Basé sur l'ensemble de ces éléments, ce premier travail vise à explorer les liens entre différents marqueurs de la réussite (émotions, performance académique, engagement, interactions étudiant-enseignant, sentiment de présence et effets négatifs) et différents facteurs individuels (traits de personnalité, capacités cognitives, motivation, connaissances numériques et pratique des jeux vidéos) à l'aide d'une analyse en composantes principales. À partir de cette analyse, nous avons également cherché à établir des profils d'étudiants bénéficiant d'une meilleure

réussite académique en apprentissage à distance synchrone à l'aide d'un regroupement hiérarchique réalisé à partir des composantes principales.

Matériels et méthodes

Les participants inclus dans ce travail étaient 173 étudiants (64% de femmes ; âge moyen = 19,8 ans) suivant des cours à distance synchrones via le logiciel ZOOM à l'Université de Bordeaux durant l'année universitaire 2020/2021.

Parmi ces étudiants, 23 ont suivi un cours "Fonctions cognitives en situation de handicap", 26 de "Psychologie de la motivation", 35 de "Neurophysiologie de la motricité", 33 de "Mémoire et fonctions exécutives", 31 de "Introduction aux sciences humaines et méthodologies", 24 de "Traitements ergothérapeutiques des troubles cognitifs" (voir Tableau 6.1).

Tous les étudiants avaient déjà deux semestres d'expérience de l'enseignement à distance avant d'être inclus dans cette étude.

Chacun de ces cours comprenait entre 6 et 10 séances (1 par semaine), d'une durée de 1h20 à 2h00.

Pour chaque cours, nous avons obtenu l'accord des enseignants et des étudiants pour mettre en œuvre la procédure suivante :

- Envoi d'un questionnaire en ligne aux étudiants via le logiciel SphinxOnline avec des questionnaires évaluant leurs motivations, leurs traits de personnalité, leurs capacités cognitives, leurs niveaux de connaissances numériques et leur pratique des jeux vidéo.
- Pour chaque cours, pendant 2 sessions, le cours par Zoom a été enregistré afin de comptabiliser les interactions entre les étudiants et les enseignants. À la fin de chaque session, les étudiants ont été invités à remplir un QCM évaluant l'acquisition de leurs connaissances (ne comptant pas dans leur moyenne).
- À la fin de la deuxième session enregistrée, les étudiants ont été invités à remplir des questionnaires évaluant leurs émotions, leur engagement et leur sentiment de présence perçus au cours de ces deux sessions.
- À la fin du semestre, nous avons recueilli les moyennes générales obtenues par les étudiants.

Cours	N	Moyenne d'âge (SD)	% Femme	Nombre de séances cours	Durée des séances
Introduction aux sciences humaines et méthodologies	31	18.84 (1.17)	0,68	2/6	1h20
Psychologie de la motivation	26	17.71 (0.49)	0,57	2/3	2h00
Neurophysiologie de la motricité	35	19.20 (1.11)	0,6	2/6	2h00
Mémoire et fonctions exécutives	33	19.39 (0.84)	0,71	2/6	1h20
Traitements ergothérapeutiques des troubles cognitifs	25	23.48 (5.57)	0,8	2/10	1h20
Fonctions cognitives en situation de handicap	23	22,70 (3.50)	0,5	2/6	1h20

Tableau 6.1 : Caractéristiques des étudiants.

Échelles utilisées

Dans cet article nous nous sommes intéressés aux marqueurs de la réussite suivants :

- Cognitifs : performance académique : QCM sur la 1ère séance de cours (QCM1), QCM sur la 2nd séance de cours (QCM2), score de QCM total (QCM_Total = moyenne générale).
- Affectifs : émotions (plaisir, espoir, fierté, ennui, colère, anxiété, honte, désespoir), sentiment de présence (sentiment de présence, effets négatifs, impression d'être dans un environnement réel et naturel – EVN -).
- Comportementaux : engagement, interactions étudiant-enseignant (questions-réponses/régulation, vocal/chat).

De plus nous nous sommes intéressés aux facteurs individuels suivants : traits de personnalité (ouverture d'esprit, conscienciosité, extraversion, agréabilité, névrosisme), capacités cognitives (attention, mémoire), motivation (intrinsèque, extrinsèque, tâche), connaissances numériques (compétences, utilisation, fréquence) et pratique des jeux vidéos (fréquence d'utilisation, nombre, moyenne de temps d'utilisation)

Les différentes échelles de chacun de ces facteurs sont détaillées dans la Méthodologie générale (voir Chapitre 5).

À titre informatif, le genre et l'âge avaient été intégrés dans de premières versions de l'ACP, mais, dans la mesure où ces variables n'impactaient aucune des dimensions, elles ont été supprimées de l'analyse.

Analyse des données

Pour répondre à nos objectifs, compte tenu du grand nombre de facteurs quantitatifs étudiés et du nombre de participants, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée. Ce type d'analyse permet de réduire les dimensions d'un ensemble de données, en conservant le maximum d'informations, afin d'identifier les facteurs jouant un rôle majeur dans un thème donné. Pour que l'ACP puisse être réalisée, le test Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) doit être respecté. Il s'agit d'une mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (MAE) variant entre 0 et 1, les valeurs les plus élevées indiquant une meilleure adéquation à l'analyse factorielle.

Kaiser et Rice (1974) suggèrent que la MAE doit être supérieure ou égale à 0,50 pour qu'une matrice de corrélation soit adaptée à l'analyse factorielle. Dans notre analyse, la MAE globale est égale à 0,50, ce qui suggère que notre matrice se prête à une analyse factorielle (ACP).

Cette ACP a été réalisée sur 36 variables quantitatives et 173 individus. Pour calculer et visualiser cette ACP, les packages FactoMineR (Husson et al., 2015) et factoextra (Kassambara et Mundt, 2020) du langage de programmation R v.4.1.3, ont été utilisés. Comme la base de données contenait des données manquantes, le package missMDA, qui estime les données manquantes d'un ensemble de données, a été utilisé.

Toujours pour répondre à nos hypothèses, une fois l'ACP réalisée, un regroupement hiérarchique sur les composantes principales (Hierarchical Clustering on Principle Components, HCPC) a été effectué. L'objectif était d'identifier si, parmi les relations entre les différents facteurs mis en évidence par l'ACP, certaines permettaient d'identifier des groupes

d'individus (ici des groupes d'étudiants) partageant des caractéristiques communes susceptibles d'expliquer la réussite académique au cours d'un apprentissage à distance synchrone.

Bien que cette approche soit utilisée dans de nombreux domaines de recherche, tels que la paléontologie, la science atmosphérique, le biomédical, etc. (Jolliffe et Cadima, 2016), ce travail est le premier à utiliser la combinaison de l'ACP et de l'HCPC sur des facteurs jouant un rôle dans l'apprentissage à distance synchrone.

Résultats

Analyse des composantes principales

L'interprétation de l'ACP nécessite d'abord d'identifier des dimensions à prendre en compte. Une estimation du nombre d'axes à interpréter suggère de restreindre l'analyse à la description des 6 premiers axes. Ces axes présentent une inertie supérieure à celle obtenue par le quantile 0,95 des distributions aléatoires (54,60%) (voir Figure 6.1). Cependant, afin de répondre à nos questions de recherche, l'analyse des résultats se concentrera sur les trois premières dimensions, à partir desquelles nous identifierons les facteurs contributifs de la réussite académique les plus importants. Les 6 dimensions seront néanmoins conservées pour le regroupement hiérarchique sur les composantes principales.

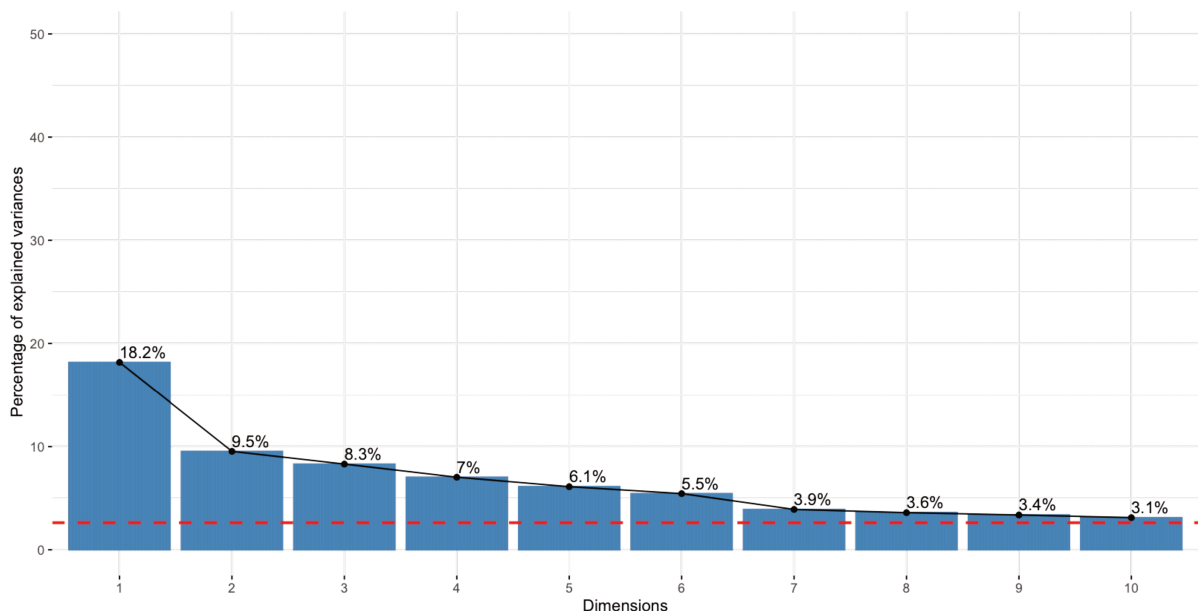


Figure 6.1 : Pourcentage de variances expliquées pour les 10 premières dimensions. La ligne rouge en pointillé représente la variance expliquée par une seule variable, $y = 2,63$.

Analyse des 3 premières dimensions

Les facteurs Plaisir ($r = 0,83$), Espoir ($r = 0,79$), Motivation pour la tâche ($r = 0,78$), Ennui ($r = -0,77$), Engagement ($r = 0,75$), Fierté ($r = 0,69$), Sentiment de présence ($r = 0,68$), Désespoir ($r = -0,68$), Colère ($r = -0,65$), Motivation intrinsèque ($r = 0,50$), Effets négatifs ($r = -0,49$), Interactions vocales ($r = 0,44$), Interactions questions-réponses ($r = 0,42$) contribuent de manière significative à la dimension 1 (voir Figure 6.2). Les marqueurs de la réussite, notamment émotionnels, ainsi que ceux montrant une certaine implication dans l'apprentissage

(motivation intrinsèque/tâche, engagement, sentiment de présence et interactions) sont donc les plus représentés sur cette dimension.

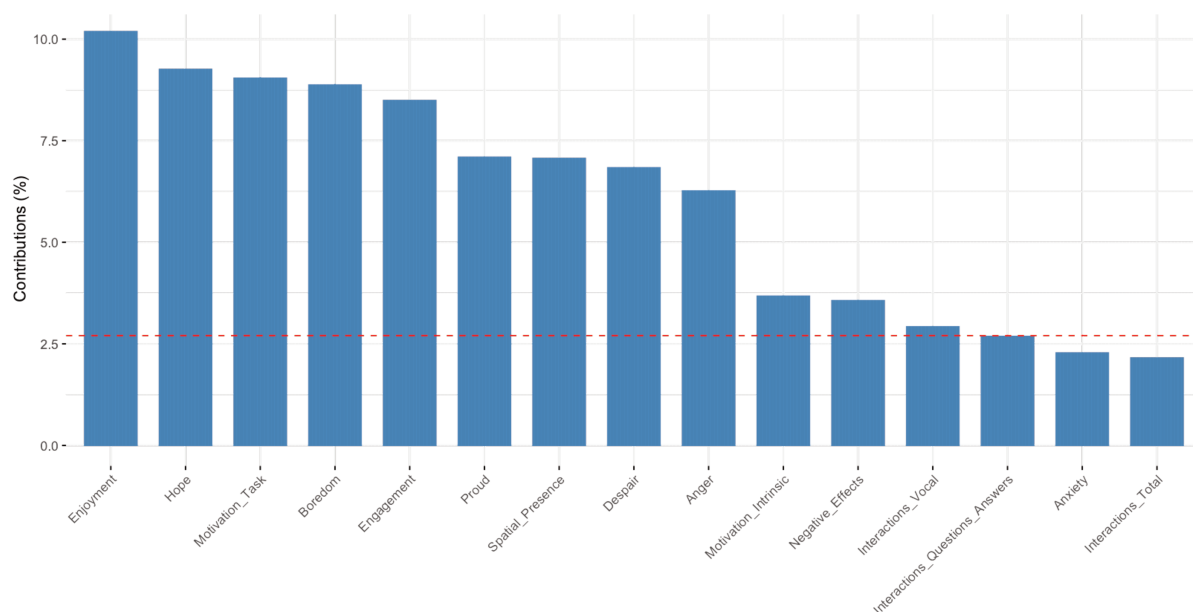


Figure 6.2 : Contributions des variables à la dimension 1.

Les facteurs Interactions total ($r = 0.74$), Interactions questions-réponses ($r = 0.64$), Interactions vocales ($r = 0.63$), Interactions Régulation ($r = 0.50$), Interactions Chat ($r = 0.49$), QCM Total ($r = 0.47$), QCM1 ($r = 0.42$), Anxiété ($r = 0.38$), Moyenne générale ($r = 0.37$), Jeux vidéos Fréquence d'utilisation ($r = 0.35$), QCM2 ($r = 0.35$), Usage Numérique ($r = 0.34$), contribuent de manière significative à la dimension 2 (voir Figure 6.3). Ce sont donc les interactions et les marqueurs de performance académique qui sont les plus représentés sur cette dimension.

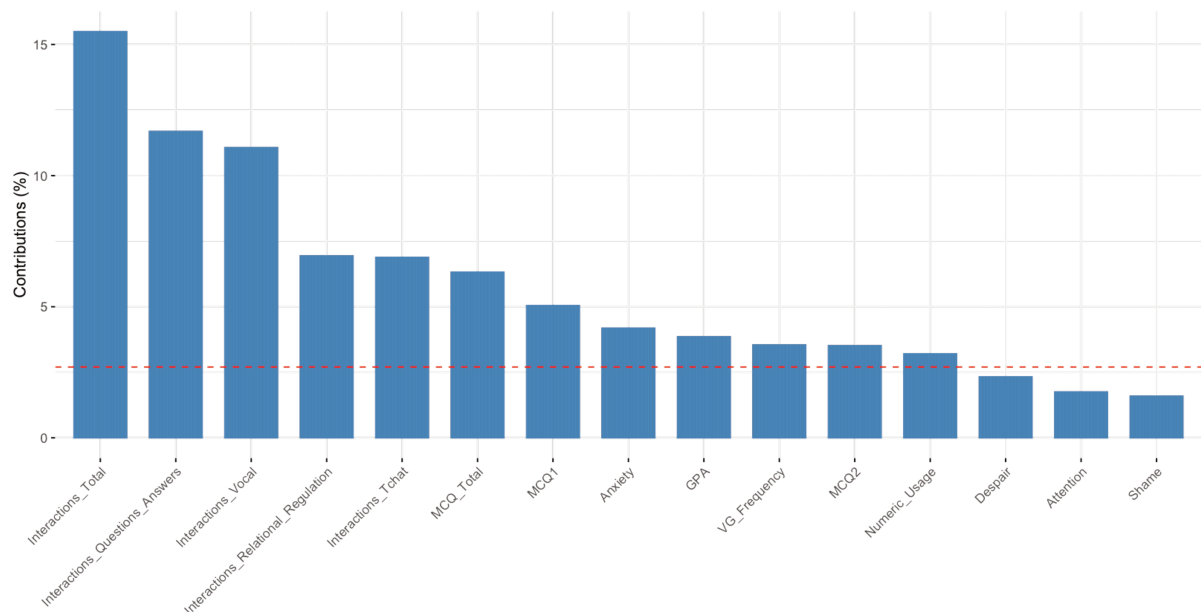


Figure 6.3 : Contributions des variables à la dimension 2

Les facteurs Jeux vidéos nombre ($r = 0.60$), Anxiété ($r = -0.53$), Jeux-vidéos fréquence d'utilisation ($r = 0.53$), Compétences numériques ($r = 0.52$), Honte ($r = -0.51$), Utilisation du numérique ($r = 0.47$), Jeux-vidéos moyenne de temps d'utilisation ($r = 0.46$), Névrosisme ($r = -0.46$), Motivation extrinsèque ($r = -0.40$), QCM1 ($r = -0.35$), Interactions numériques ($r = 0.32$), Mémoire ($r = 0.30$), QCM Total ($r = -0.30$) contribuent de manière significative à la dimension 3 (voir Figure 6.4). La culture numérique (générale et jeux vidéos), les émotions et la performance académique sont donc facteurs les plus représentés sur cette dimension.

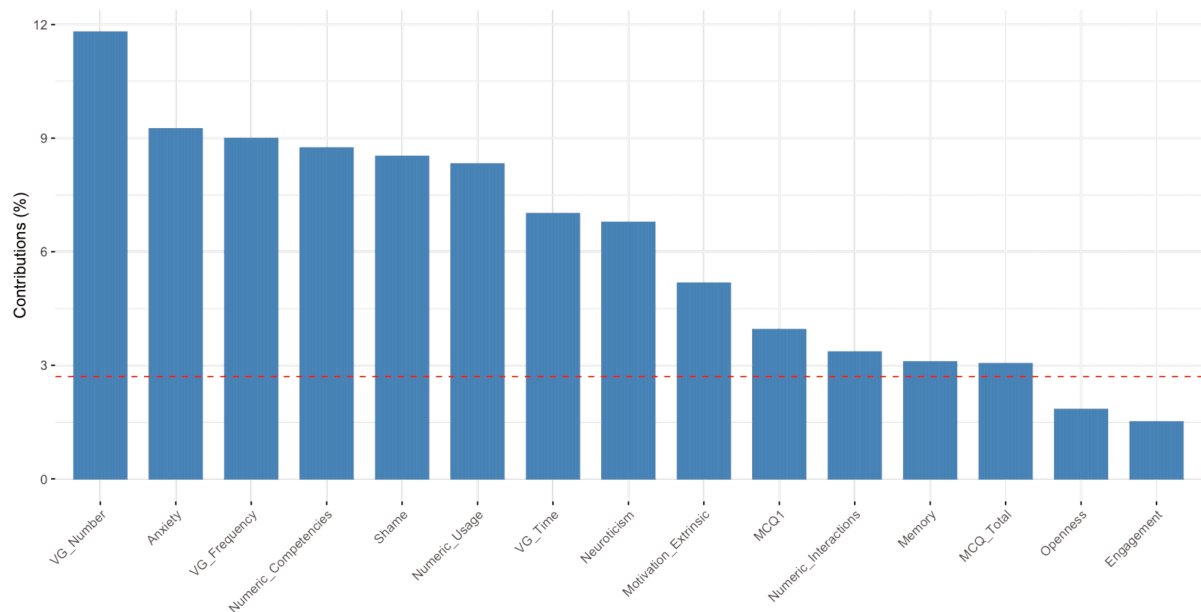


Figure 6.4 : Contributions des variables à la dimension 3.

Afin de faciliter la visualisation des relations entre les différentes variables (regroupées pour une meilleure compréhension) contribuant aux dimensions 1 et 2, nous les avons projetées sur un graphique (voir Figure 6.5).

Quelques étudiants caractéristiques ont également été représentés sur ce graphique. À titre d'exemple, l'étudiant 98 a des scores d'émotions négatives élevés et un score de motivation intrinsèque faible (dimension 1), mais également des scores de performance académique et d'interactions plutôt faibles (dimension 2).

Regroupement hiérarchique sur les composantes principales

Pour compléter notre analyse, nous avons réalisé des clusters (groupes) à partir des 2 premières dimensions afin d'identifier des profils d'étudiants réussissant le mieux en apprentissage à distance synchrone. Par souci de clarté, l'analyse complète est détaillée en annexe (Annexe n°2). Trois groupes ont été obtenus à l'issue de cette analyse (Figure 6.6).

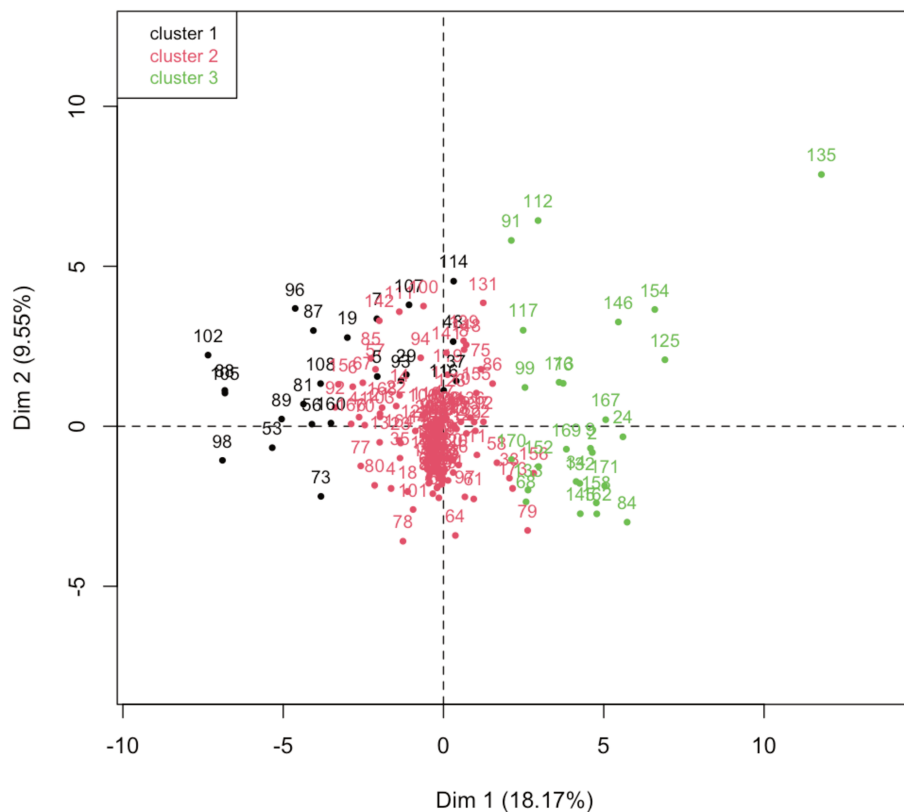


Figure 6.6 : *Regroupements de participants après le regroupement hiérarchique sur les composantes principales.*

Un premier groupe (cluster 1) est composé d'étudiants avec les scores les plus faibles : dans les différents marqueurs affectifs et sur l'engagement (dimension 1) ; et, en termes de performance académique et d'interactions (dimension 2).

Les étudiants du groupe 1 ont donc une expérience plutôt négative de leur apprentissage à distance synchrone.

Le second groupe (cluster 2) regroupe des étudiants ayant une meilleure expérience de l'apprentissage à distance synchrone que le groupe 1, mais dont les niveaux d'émotions, de motivation, de performance académique et surtout d'interactions restent plus faibles que le 3ème groupe.

Enfin le troisième groupe (cluster 3) comprend les étudiants bénéficiant de la meilleure réussite académique. Ce sont les étudiants qui ont le plus apprécié l'apprentissage à distance synchrone (émotions, sentiment de présence, engagement, motivation, etc.) et qui ont les performances académiques les plus élevées (moyenne générales, QCM) comparées aux étudiants des deux autres groupes. Ces étudiants ont également des scores d'attention supérieurs à ceux des deux autres groupes.

Discussion

L'objectif de ce travail était de permettre une meilleure compréhension des liens entre les différents marqueurs de la réussite académique (émotions, performance académique, engagement, interactions étudiant-enseignant, sentiment de présence et effets négatifs) et les caractéristiques individuelles (traits de personnalité, capacités cognitives, motivation, connaissances numériques et pratique des jeux vidéos) à travers une analyse en composantes principales. Pour rappel, cette catégorisation en marqueurs de la réussite académique d'un côté et en caractéristiques individuelles de l'autre (et les différents items s'y rapportant) a été présentée dans le Chapitre 1 et sera rediscutée dans la discussion générale (Chapitre 9).

Cinq résultats principaux sont extraits de notre analyse : 1) Le rôle majeur de la motivation (intrinsèque/tâche) et son lien avec les marqueurs comportementaux (engagement) et affectifs (émotions, sentiment de présence et effets négatifs) de la réussite académique ; 2) Le rôle du sentiment de présence et des effets négatifs (mal de tête, fatigue visuelle, etc.) dans l'apprentissage à distance synchrone ; 3) L'impact des interactions étudiant-enseignant sur la performance académique ; 4) L'identification d'un profil d'étudiants réussissant en apprentissage synchrone et qui se caractérise par des scores élevés sur l'ensemble des marqueurs de la réussite ; 5) Le peu d'impact d'autres facteurs individuels (capacités cognitives, personnalité, compétences numériques) sur la réussite académique à distance synchrone.

Le premier résultat de ce travail est lié à la première dimension de notre ACP, et montre le rôle clé de la motivation (intrinsèque/tâche) en apprentissage à distance synchrone et ses liens avec

les marqueurs affectifs (émotions, sentiment de présence et effets négatifs) et comportementaux (engagement) de la réussite académique.

Ce résultat rejoint les travaux traditionnels en apprentissage en présentiel ayant montré les liens entre motivation, engagement et émotions (Pekrun et al., 2017). De plus, ils confortent les modèles de la réussite en apprentissage à distance, notamment le modèle de Siemens et al. (2015), postulant que la motivation est un facteur individuel clé de la réussite académique dans ce type d'apprentissage. Notre travail permet de préciser le type de motivation (motivation intrinsèque et motivation envers la tâche) relié à la réussite académique. Il précise également les marqueurs de la réussite académique concernés (émotions, engagement, sentiment de présence), ce qui constitue un apport pertinent dans la mesure où le rôle précis de la motivation, notamment du type de motivation, est encore méconnu (Siemens et al., 2015). Notons que la motivation vers la performance, dite extrinsèque, n'ait pas été reliée avec la performance académique dans notre analyse multidimensionnelle, alors que cette dernière est souvent prédictive d'une meilleure performance académique en présentiel (Richardson et al., 2012). L'impact de cette forme de motivation sur ces deux modalités d'apprentissage pourra donc être exploré de façon plus précise dans les recherches futures.

Un autre résultat de notre analyse concerne l'impact du sentiment de présence et des effets négatifs (mal de tête, fatigue visuelle, etc.) sur la réussite académique. Ce résultat est particulièrement intéressant dans la mesure où des effets du sentiment de présence et des effets négatifs sont particulièrement décrits dans les études sur les apprentissages utilisant la réalité virtuelle, mais n'ont jamais (à notre connaissance) étaient décrits en apprentissage à distance synchrone.

Le sentiment de présence, l'impression d'être présent dans l'environnement dans lequel on se trouve (Slater et al., 1994), était effectivement, jusque-là, principalement étudié dans les travaux de recherche sur la réalité virtuelle (Mikropoulos et Natsis, 2011). Certains auteurs mentionnent le sentiment de présence comme une caractéristique essentielle de l'apprentissage dans les environnements virtuels à visées éducationnelles (Mikropoulos et Natsis, 201) alors que d'autres études montrent une absence d'effet direct du sentiment de présence (Buttussi et Chittaro, 2018 ; Morélot et al., 2021 ; Schroeder et al., 2017) sur les performances d'apprentissage. Le système de visioconférence utilisé ici (Zoom) semble également avoir des effets similaires aux systèmes de réalité virtuelle en termes d'effets négatifs pouvant être ressentis (ex : mal de tête, fatigue visuelle). Les effets négatifs ressentis par les apprenants dans

un système de réalité virtuelle constituent une dimension importante de ce champ de recherche. Ces effets sont souvent liés aux déplacements et rotations en 3 dimensions, et peuvent induire une perception négative de l'apprentissage ainsi qu'un apprentissage limité (Ristor et al., 2023). Notre travail permet d'étendre ce résultat classique en réalité virtuelle aux situations d'apprentissage à distance synchrone, et montre que ces effets négatifs sont liés à des émotions négatives et à de plus faibles niveaux d'engagement et de motivation. En l'absence de déplacements 3D, ces effets négatifs pourraient être en lien avec la capacité (plus ou moins importante) à suivre un cours sur un écran pendant une durée de 1h20 à 2h. Ces effets négatifs pourraient également être liés à la charge cognitive extrinsèque induite par l'environnement (par exemple, perturbations dues à un environnement bruyant ou distrayant, etc.) Dans tous les cas, les éléments susceptibles d'induire ces effets négatifs nécessitent d'être précisés dans des études ultérieures.

Le troisième résultat important de notre analyse (lié à la seconde dimension de l'ACP), concerne le lien central entre performance académique et interactions étudiant-enseignant. Toutes les échelles d'interactions (chat/vocal et questions-réponses/régulation) sont liées à la fois à une meilleure acquisition des connaissances à court terme, évaluée par les QCM, et à une meilleure performance académique à long terme, évaluée par la moyenne générale en fin de semestre. Ce résultat est cohérent avec les travaux montrant que les interactions, en particulier entre l'étudiant et l'enseignant, jouent un rôle central dans la réussite académique à distance, notamment en termes de performance (Bernard et al., 2009). Cependant, les travaux précédents ont évalué ces interactions, la majorité du temps, par le biais de questionnaires auto-administrés en présentiel (David Strang, 2012) ou en comparant des cours considérés comme favorables aux interactions à des cours considérés comme ne les favorisant pas (voir Chapitre 1). De plus, ces différents cours avaient lieu principalement en apprentissage à distance asynchrone (Bernard et al., 2009). En utilisant une mesure concrète du nombre d'interactions individuelles pour chaque étudiant, notre travail rejoint ces résultats, mais en mobilisant une méthode plus objective, et en les étendant à l'apprentissage à distance synchrone (Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Siemens et al., 2015 ; Valverde-Berrocoso et al., 2020 ; Zeng, 2023). Notre travail permet également d'identifier les types d'interactions les plus concernés par la réussite académique. Ce sont effectivement les interactions vocales et les interactions de types questions-réponses pendant les cours Zoom qui semblent jouer un rôle plus important dans les

performances académiques, bien que les interactions (écrites) par le chat ou de régulation y contribuent également.

Un quatrième point relevé dans notre analyse (via l'analyse par cluster) est que, au-delà des effets ponctuels décrits ci-dessus, les étudiants qui montrent la plus grande réussite académique en apprentissage à distance synchrone sont ceux ayant des scores élevés sur l'ensemble des marqueurs de la réussite académique (marqueurs cognitifs, affectifs et comportementaux), avec, pour caractéristiques également, des capacités attentionnelles élevées.

En permettant l'identification de clusters d'étudiants couplant ces différents facteurs de la réussite académique, ce travail permet également de s'inscrire dans les réflexions visant à définir la notion de réussite académique elle-même. En effet, l'apprentissage traditionnel en présentiel définit régulièrement la réussite académique par un ensemble de dimensions à la fois cognitives, affectives et comportementales, et non uniquement via la performance académique (Bloom, 1956 ; Huang et al., 2020 ; Krath et al., 2021 ; Landers, 2014 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makrin, 2017 ; Wei et al., 2021). Il faut noter qu'historiquement, la notion de performance académique (le fait d'obtenir de bonnes notes, de valider ses diplômes, etc.) était privilégiée pour qualifier la réussite académique, alors que les autres dimensions étaient évoquées de façon plus marginale, notamment en apprentissage à distance synchrone. Par exemple, Anderson et Garrison, (1998) définissaient cette réussite comme "l'obtention d'un apprentissage profond et réussi" (comprendre acquérir des connaissances à long terme et valider son cursus) et Siemens et al. (2015) comme un apprentissage efficace (comprendre permettant de valider son cursus) à un coût financier réduit.

Si aujourd'hui l'approche multidimensionnelle fait consensus, il reste encore à préciser les éléments de ces dimensions, et leur importance respective, permettant de caractériser la réussite académique. Par exemple, dans notre analyse, certains étudiants sont classés dans le groupe ayant la meilleure réussite académique, sans avoir nécessairement de bonnes moyennes générales ou de bons résultats aux QCM, mais en ayant des scores élevés aux échelles de motivation intrinsèque, d'émotions positives, d'engagement, etc. (voir individu 84 sur la Figure 6.6). Par contre, certains étudiants sont également classés dans ce même cluster de la réussite académique, tout en présentant à la fois de bonnes moyennes générales, mais des niveaux plus faibles de motivation, d'émotions positives ou encore d'engagement (voir individu 91 sur la Figure 6.6).

Ainsi, même si cela reste une question extrêmement complexe, plus de travaux de cette nature seront nécessaires pour contribuer à préciser les contours de la réussite académique et en particulier les configurations et l'importance relative de marqueurs définissant au mieux cette notion.

Enfin, un dernier point relevé dans notre analyse est que, à l'exception de la motivation, les autres caractéristiques individuelles (capacités cognitives, personnalité, compétences numériques) ne jouent pas un rôle central dans la réussite académique à distance.

Par exemple, les connaissances numériques ne constituent pas un facteur central dans notre étude, comme cela pouvait être le cas dans les travaux académiques passés (Siemens et al., 2015 ; voir Chapitre 1 pour plus de détails). Ce résultat peut s'expliquer par le fait que la majorité des travaux précédents portaient sur l'apprentissage à distance asynchrone, alors que l'effet de ce facteur (connaissances numériques) sur l'apprentissage à distance synchrone était moins clairement identifié (Siemens et al., 2015 ; Valverde-Berrocoso et al., 2020). Il est par exemple possible que l'apprentissage à distance asynchrone nécessite plus d'autonomie et de maîtrise du numérique que l'apprentissage à distance synchrone basé sur l'usage d'un système de visioconférence. Mais ce résultat peut également être lié à une éventuelle homogénéisation des connaissances et des compétences numériques chez les nouvelles générations, rendant ce facteur moins saillant. Ces différentes hypothèses pourront être approfondies à l'avenir.

La contribution des traits de personnalité à la construction des différentes dimensions de l'ACP ou à la caractérisation des groupes d'étudiants a été également très faible dans notre étude. En apprentissage en présentiel, les facteurs de personnalité, et notamment la conscienciosité et l'ouverture d'esprit, sont souvent reliés positivement à la performance académique et à la perception positive de l'apprentissage (Poropat et al., 2009 ; Richardson et al., 2012 ; Vedel, 2014). Néanmoins, dans ces différents travaux, les traits de personnalité ont parfois un effet plutôt faible (bien que significatif), sur la performance académique ou sur les autres marqueurs de la réussite (Poropat et al., 2009 ; Richardson et al., 2012 ; Vedel, 2014). Une ACP a pour objectifs d'identifier les liens généraux entre de nombreux facteurs, mais ne vise pas à appréhender des effets plus complexes. Or, comme nous pouvons le voir sur la Figure 6.5 il est possible que les de traits de personnalités (ici l'ouverture d'esprit et l'extraversion) soient liés à la performance académique, mais de façon indirecte. Les traits de personnalité impacteraient les interactions en cours, comme cela a pu être montré (Myers et al., 2009 ; Weiser et al., 2018), et les interactions influenceraient la performance académique. Cette approche visant à mettre

en évidence des relations plus complexes, et notamment les relations entre personnalité, interaction et performance académique fait justement l'objet de la seconde étude présentée dans le présent manuscrit de thèse.

Conclusion

En conclusion, ce travail a permis d'apporter un éclairage nouveau sur les liens entre les différents marqueurs de la réussite académique et les facteurs individuels dans le contexte d'un apprentissage à distance synchrone à l'Université.

Nos résultats confirment le rôle central de la motivation intrinsèque dans la réussite académique, reliée aux émotions positives et à l'engagement, mais également au sentiment de présence ressenti par les étudiants. De plus, les interactions étudiant-enseignant, en particulier les échanges oraux, se révèlent être un facteur clé de la performance académique, soulignant l'importance de favoriser ces interactions dans les cours à distance synchrones. Enfin, bien que les traits de personnalité, les capacités cognitives et les compétences numériques jouent un rôle moins important dans cet environnement d'apprentissage, leur influence indirecte via des interactions plus complexes ne doit pas être écartée. Ces résultats ouvrent la voie à de futures recherches portant notamment sur les mécanismes sous-jacents aux interactions entre ces différents facteurs et à l'étude de leur lien avec la performance académique en apprentissage à distance synchrone.

Article n°2 : L'influence du Big-5 sur la performance académique : effets médiateurs et modérateurs des interactions étudiant-enseignant et des capacités cognitives

État de l'article

Soumis dans *Educational Studies* en juillet 2024

Introduction

L'objectif de cette étude est de se focaliser sur certains facteurs susceptibles d'impacter la réussite académique (personnalité, capacités cognitives, interactions étudiants-enseignants) en tentant d'en saisir plus finement leur rôle et leurs interactions (effets simples et effets combinés) par l'utilisation de modèles de médiation-modération.

Comme nous l'avons vu précédemment, une meilleure compréhension du lien entre les différents marqueurs de la réussite académique et les facteurs individuels est un enjeu central de la recherche portant sur la réussite académique en apprentissage à distance synchrone (Ebner et Gegenfurtner, 2019 ; Martin et al., 2021 ; Simens et al., 2015 ; Valverde-Berrocoso et al., 2020 ; Zeng, 2024).

De plus, à l'issue de mon premier travail de thèse, nous avons vu que les traits de personnalité (Big-5) et les capacités cognitives (attention, mémoire) n'étaient pas directement reliés à la performance académique, mais pouvaient être impliqués dans des relations plus complexes, notamment par l'intermédiaire d'un effet de la personnalité sur les interactions étudiant-enseignant.

En effet, de nombreux travaux ont démontré que certains traits de personnalité étaient corrélés à la performance académique, notamment la conscienciosité et l'ouverture d'esprit (Poropoit et al., 2009 ; Richardson et al., 2012 ; Vedel, 2014). De plus, les interactions étudiant-enseignant, ou participation, jouent un rôle clé dans la motivation de l'étudiant, la pensée critique, l'amélioration des compétences de communication, l'interaction de groupe, etc. et conduisent également à de meilleurs résultats académiques dans l'apprentissage en présentiel (voir Chapitre 1).

Pour rappel, certaines études ont notamment montré que certains traits de personnalité sont liés à des niveaux plus ou moins élevés d'interaction en classe (O'Connor et Paunonen, 2007 ; Rothstein et al., 1994). Par exemple, Rothstein et al. (1994) ont montré que la participation en cours (étudiants en master de business administration) était positivement corrélée à l'extraversion et à l'ouverture d'esprit, négativement corrélée à l'agréabilité, et n'était pas corrélée à la conscienciosité et au névrosisme. Weiser et al. (2018) ont examiné la relation entre les traits de personnalité et le nombre d'interactions au cours d'une expérience impliquant un cours (en présentiel et à distance par Zoom) de 25 minutes sur le charisme en politique. Les étudiants avec un plus haut niveau d'extraversion obtenaient un plus grand nombre d'interactions dans toutes les modalités d'apprentissage.

Ainsi, dans la mesure où les interactions sont liées à la fois à la performance académique et aux traits de personnalité, elles semblent constituer un facteur pertinent en tant que mécanisme sous-jacent expliquant le lien entre certains traits de personnalité et la performance académique.

Les capacités cognitives sont également impliquées dans l'apprentissage et la performance académique (voir Chapitre 1). Enfin, des travaux ont également montré que les traits de personnalité peuvent être associés à des profils cognitifs particuliers. Par exemple, certains auteurs ont montré qu'un niveau élevé d'ouverture d'esprit, de conscienciosité et d'agréabilité permet de prédire de meilleures performances sur certaines mesures de la cognition, telles que des tâches évaluant les capacités cognitives verbales, quantitatives et fluides (Rikoon et al., 2016). Sutin et al. (2021) ont même montré, dans leur étude longitudinale, que des niveaux élevés d'ouverture d'esprit, de conscienciosité ou d'extraversion et un faible niveau de névrosisme à l'âge de 16 ans prédisaient des capacités cognitives à long terme supérieures (mémoire épisodique, fluidité verbale, etc.) à l'âge de 46 ans.

Ainsi, les capacités cognitives semblent également constituer un facteur pertinent en tant que mécanisme sous-jacent expliquant le lien entre certains traits de personnalité et la performance académique.

Parmi les méthodes visant à évaluer les relations complexes entre différents facteurs, les modèles de médiation modération, tels que ceux reposant sur la méthode de Hayes (2018), sont parmi les plus utilisés. Ils permettent d'étudier l'influence directe de variables indépendantes sur des variables dépendantes et de voir si ces effets sont médiés ou modérés par d'autres variables. Cette méthode est utilisée dans de nombreux domaines scientifiques, et notamment dans des études visant à mieux comprendre les déterminants de la réussite académique (Sun et

al., 2022). Dans cette approche, des modèles de relations entre facteurs sont élaborés sur la base de résultats de la littérature, et leur pertinence est testée via la forme d'analyses de régressions linéaires multiples. Dans notre travail, le modèle que nous proposons de tester et qui synthétise les principaux résultats de la littérature est présenté dans la Figure 6.7.

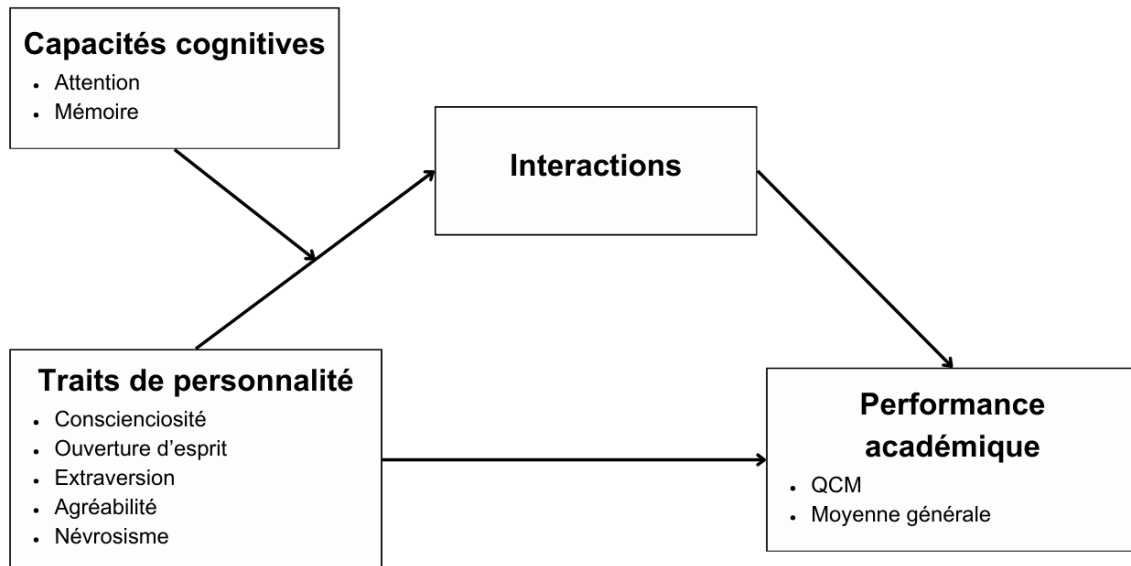


Figure 6.7 : Modèle théorique de médiation modération.

Sur la base de la revue de la littérature, nous pouvons faire l'hypothèse que les traits de personnalité ont un effet direct sur les performances académiques (en particulier la conscienciosité et l'ouverture d'esprit).

La deuxième hypothèse est que certains traits de personnalité ont un effet indirect sur les performances académiques via leur effet sur les interactions étudiant-enseignant (notamment l'extraversion et l'ouverture d'esprit).

Enfin, nous pouvons faire l'hypothèse que l'effet des traits de personnalité sur les performances académiques médiées par les interactions varie également en fonction des capacités cognitives (attention, mémoire) des participants (effet modérateur).

Matériels et méthodes

Participants et procédure

Les participants et la procédure utilisés sont identiques à l'article précédent (article n°1).

Échelles utilisées

Dans cet article nous nous sommes intéressés aux marqueurs de la réussite suivants :

- Marqueurs cognitifs : performance académique (Score total au QCM et moyenne générale)
- Marqueur comportemental : interactions étudiant-enseignant (score total)

Les traits de personnalité du Big-5 et les capacités cognitives (attention et mémoire) ont également été étudiés.

Les différentes échelles utilisées pour chacun de ces facteurs ont été détaillées dans la Méthodologie générale.

Analyses des données

L'outil PROCESS v.3.5.3 pour R par Hayes (2018) a été utilisé, plus précisément le Modèle 4 pour évaluer l'effet médiateur des interactions étudiant-enseignant et le Modèle 7 pour inclure l'effet modérateur des capacités cognitives. L'intervalle de confiance (IC) à 95 % pour les effets indirects a été calculé à l'aide de la méthode de bootstrapping intégré à l'outil PROCESS (n =10 000 échantillons³⁹).

Des coefficients a, b, c', ab et c sont calculés, correspondant à des estimations des influences "causales"⁴⁰ supposées de chaque variable du système sur les autres variables :

- a est le coefficient de régression estimant l'influence des traits de personnalité sur les interactions étudiant-enseignant en cours.
- b est le coefficient de régression estimant l'influence des interactions étudiant-enseignant sur la performance académique (moyenne générale, QCM).

³⁹ Un nouvel échantillon de participants est constitué 10 000 fois afin de mesurer les coefficients de régression. Pour chaque nouvel échantillon, les individus inclus sont tirés aléatoirement avec remise.

Cela signifie que si l'échantillon de base compte 100 étudiants, un nouvel échantillon de 100 étudiants est constitué 10 000 fois pour calculer les coefficients. De plus, si l'étudiant n°97 est tiré, il peut également être tiré une nouvelle fois, formant un échantillon avec 2 fois le profil de l'étudiant n°97. Cette technique permet de tester une plus grande variabilité de profils dans des échantillons restreints.

⁴⁰ Causale est le terme employé par Hayes (2018) mais n'implique pas une réelle mesure causale d'un événement A causant un événement B.

- c' est le coefficient de régression correspondant à l'effet direct des traits de personnalité sur la performance académique (effet direct)
- ab est l'effet indirect des traits de personnalité sur la performance académique médié par les interactions. On dit que la médiation est présente si l'intervalle de confiance (IC) de l'effet indirect n'inclut pas zéro (Hayes, 2018 ; Shrout et Bolger, 2002).
- c est l'effet total des traits de personnalité sur la performance académique ($c = c' + ab$). Cette influence n'est pas jugé primordiale (voir peut porter à confusion) par Hayes (2018), nous ne le développerons donc pas.
- L'effet de modulation des capacités cognitives (appelé W) a, quant à lui, été ajouté dans les résultats dans un second temps afin de faciliter la lecture et de ne pas multiplier les tableaux de données.

Résultats

Analyses de corrélation

Le Tableau 6.2 présente les corrélations entre les échelles (traits de personnalité, interactions, attention, mémoire et performances académiques), les moyennes et les écarts types.

Les analyses de corrélation ont montré que l'agréabilité était positivement corrélée à l'ouverture d'esprit ($r = 0,22, p < 0,05$), à la conscienciosité ($r = 0,20, p < 0,05$) et négativement corrélée au névrosisme ($r = -0,18, p < 0,05$). Les interactions étaient positivement corrélées à l'extraversion ($r = 0,20, p < 0,05$), au score au QCM ($0,23, p < 0,05$) et à la moyenne générale ($r = 0,29, p < 0,05$). L'attention était positivement corrélée à la conscienciosité ($0,53, p < 0,05$), à l'extraversion ($r = 0,17, p < 0,05$) et négativement au névrosisme ($r = -0,25, p < 0,05$). La mémoire était positivement corrélée à la conscienciosité ($r = 0,26, p < 0,05$), à l'attention ($r = 0,21, p < 0,05$) et négativement corrélée au névrosisme ($r = -0,17, p < 0,05$). Enfin, les facteurs de performance académique étaient positivement corrélés entre eux (Moyenne générale et score au QCM ; $r = 0,29$) et les interactions étaient également corrélées à la performance académique (score au QCM : $r = 0,23, p < 0,05$; Moyenne générale : $r = 0,29, p < 0,05$).

	Moy.	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Ouv	3.52	0.59	-									
2. Cons	3.47	0.68	0.01	-								
3. Extra	3.07	0.80	0.14	0.05	-							
4. Agre	4.15	0.48	0.22*	0.20*	0.08	-						
5. Nev	3.11	0.88	-0.08	0.05	-0.26	-0.18*	-					
6. QCM	3.60	1.29	0.13	0.05	-0.04	-0.05	0.17	-				
7. Moy. Gé.	118	33.16	0.13	0.07	0.00	0.03	0.14	0.29*	-			
8. Inter	2.21	4.87	0.12	0.02	0.20*	-0.02	0.02	0.23*	0.29*	-		
9. Att	2.79	0.70	0.10	0.53*	0.17*	0.12	-0.25*	-0.13	-0.09	-0.03	-	
10. Mem	3.40	0.40	0.15	0.26*	0.02	-0.02	-0.17*	0.00	0.16	0.05	0.21*	-

Tableau 6.2 : Moyennes, écarts types et corrélations entre les variables.

Analyse de médiation

Les tableaux 6.3 et 6.4 présentent les résultats du modèle de médiation des effets des traits de personnalité sur la performance académique (score au QCM et à la moyenne général) médiés par les interactions.

Analyse	Chemins des modèles de médiation				
	Chemin a	Chemin b	Chemin a*b (Effet indirect)	Chemin c' (Effet direct)	Chemin c (Effet total)
Ouv	1.33	0.05*	0.06	0.22	0.28
Con	0.50	0.05*	0.03	0.07	0.09
Extra	2.08*	0.06*	0.12*	-0.18	-0.06
Agre	-0.76	0.06*	-0.04	-0.10	-0.14
Nev	0.10	0.06*	0.00	0.27	0.27

Tableau 6.3 : Résultats du modèle de médiation des effets des traits de personnalité sur le score au QCM médiés par les interactions. N = 173 ; *p < 0.05 ou 0 non inclus dans [LLCI ; ULCI] pour l'effet indirect; Ouv = Ouverture d'esprit ; Cons = Conscienciosité ; Extra = Extraversion ; Agre = Agréabilité ; Nev = Névrosisme

Analyse	Chemins des modèles de médiation				
	Chemin a	Chemin b	Chemin a*b (Effet indirect)	Chemin c' (Effet direct)	Chemin c (Effet total)
Ouv	1.60*	1.74*	2.79*	4.39	7.19
Con	-0.02	1.84*	-0.05	3.60	3.55
Extra	1.24*	1.91*	2.38*	-2.30	0.08
Agre	-0.53	1.86*	-0.98	3.11	2.13
Nev	0.35	1.80*	0.63	4.71	5.34

Tableau 6.4 : Résultats du modèle de médiation des effets des traits de personnalité sur la moyenne générale médiés par les interactions. Note : N = 173 ; *p < 0,05 ou 0 non inclus dans [LLCI ; ULCI] pour l'effet indirect ; Ouv = Ouverture d'esprit ; Cons = Conscienciosité ; Extra = Extraversion ; Agre = Agréabilité ; Nev = Névrosisme

Pour l'extraversion, les équations de régression des moindres carrés ordinaires n'ont révélé aucun effet direct sur le score au QCM ou sur la moyenne générale. Cependant, les analyses ont montré un effet direct de l'extraversion sur les interactions ($a = 2,08$, $p < 0,05$; $a = 1,24$, $p < 0,05$) et un effet direct des interactions sur le score au QCM ($b = 0,06$, $p < 0,05$) et sur la moyenne générale ($b = 1,92$, $p < 0,05$). Il y a également un effet indirect conditionnel de l'extraversion sur le score au QCM (indice de médiation = 0,12, intervalle de confiance à 95%, IC = [0,02, 0,26]) et sur la moyenne générale (indice de médiation = 2,38, intervalle de confiance à 95%, IC = [0,20, 4,92]) par le biais des interactions. En ajoutant l'attention au modèle, les analyses révèlent que cet effet indirect sur le score au QCM (respectivement, IC = [0,02 ; 0,28] et IC = [0,02 ; 0,44]) et sur la moyenne générale (respectivement, IC = [0,37 ; 5,24] et IC = [0,00 ; 0,44]) est préservé pour les personnes ayant un niveau d'attention modéré et élevé. En ajoutant la mémoire au modèle, les analyses ont révélé que cet effet indirect sur le score au QCM (IC = [0,02;0,25] et IC = [0,02 ; 0,39]) et sur la moyenne générale (IC = [0,19 ; 4,72] et IC = [0,40 ; 7,42]) était également préservé pour les personnes ayant un niveau de mémoire modéré et élevé.

Pour l'ouverture d'esprit, les équations de régression des moindres carrés ordinaires n'ont révélé aucun effet direct sur le score au QCM ou sur la moyenne générale. Cependant, les analyses ont montré un effet direct de l'ouverture d'esprit sur les interactions ($a = 1,60$, $p < 0,05$) et un effet direct des interactions sur la moyenne générale ($b = 1,74$, $p < 0,05$). Il existe également un effet indirect conditionnel de l'ouverture d'esprit sur la moyenne générale à travers les interactions (indice de médiation = 2,79, IC = [0,68, 5,65]). En ajoutant l'attention au modèle, les analyses révèlent un effet indirect sur la moyenne générale (respectivement, IC = [0,37 ; 5,24] et IC = [0,00 ; 0,44]) pour ceux qui ont un niveau d'attention modéré et élevé. En ajoutant la mémoire au modèle, les analyses ont révélé un effet indirect sur la moyenne générale (respectivement, IC = [0,28 ; 6,22]), IC = [0,19 ; 4,72] et IC = [0,40 ; 7,42]) pour les personnes ayant un niveau de mémoire faible, modéré et élevé.

Les analyses n'ont pas mis en évidence d'effet direct ou indirect pour les autres traits de personnalité. Cependant, pour chacun de ces modèles, l'interaction est significativement corrélée positivement au score au QCM et à la moyenne générale (Tableau 6.3 et 6.4).

Discussion

L'objectif de ce travail était de mieux comprendre la chaîne de médiation expliquant la relation entre la personnalité de l'étudiant et sa performance académique, en particulier dans l'enseignement à distance synchrone. Pour ce faire, nous avons testé l'hypothèse d'un rôle des capacités cognitives et des interactions étudiant-enseignant comme variables intermédiaires entre les traits de personnalité et la performance académique.

L'effet indirect des traits de personnalité sur la performance académique médié par les interactions

Alors que nos analyses ont montré une absence d'effet direct de la personnalité sur la performance académique (en cohérence avec l'article n°1), nos résultats révèlent également que les traits de personnalité (extraversion et ouverture d'esprit) affectent la performance académique (moyenne générale, QCM) des étudiants à travers les interactions durant les cours. En effet, l'extraversion et l'ouverture d'esprit ont une relation positive directe sur les interactions étudiant-enseignant dans nos modèles de médiation (uniquement dans les modèles avec la moyenne générale pour l'ouverture d'esprit). Ce résultat est cohérent avec l'étude de Quigley et al. (2022) montrant que les étudiants de première année de psychologie avec un niveau d'extraversion élevé ont un score d'interaction étudiant-enseignant plus élevé dans un cours en ligne. Weiser et al. (2018) avaient également montré que les étudiants extravertis avaient plus d'interactions que les introvertis dans une expérience d'apprentissage à distance. Nos résultats sont également en accord avec Rothstein et al. (1994), qui ont montré que la participation au cours était positivement corrélée à l'ouverture d'esprit et à l'extraversion. Enfin, la recherche de Audet et al. (2021) sur 350 étudiants a montré que l'ouverture d'esprit était fortement liée à l'engagement en classe dans un contexte d'apprentissage en ligne. Notre travail a également montré qu'aucun autre trait de personnalité n'avait d'effet sur les interactions étudiant-enseignant, ce qui est à nouveau conforme à la littérature (Rothstein et al., 1994 ; Weiser et al., 2018).

Les résultats de notre travail peuvent s'expliquer de deux manières. Premièrement, dans la vie de tous les jours, les personnes extraverties et ouvertes d'esprit sont généralement plus enclines à aller vers les autres, et donc à avoir plus d'interactions. Cela peut s'expliquer par le fait que les extravertis ont une facette dite "bavarde" (Poropat, 2009 ; Vedel, 2014) qui leur permet

d'interagir plus facilement et que les personnes à forte ouverture d'esprit sont intellectuellement curieuses et ouvertes à la discussion avec de nouvelles personnes (O'Connor et Paunonen, 2007). Le deuxième argument concerne le fait que les extravertis et les personnes avec un niveau élevé d'ouverture d'esprit sont également plus susceptibles d'interagir avec d'autres personnes en ligne, par exemple dans des forums de discussion (Blau et Barak, 2012). Des travaux récents montrent également que, dans les cours en ligne asynchrones, la mise en place de groupes de discussion satisfaisait particulièrement les extravertis et les personnes ouvertes d'esprit (Cohen et Baruth, 2017).

Nos résultats ont également montré que les interactions étudiant-enseignant avaient un effet direct sur la performance académique. Ces résultats sont cohérents avec les modèles théoriques de l'apprentissage dans lesquels les interactions jouent un rôle majeur dans l'apprentissage en présentiel et à distance synchrone (Siemens et al., 2015). Cependant, les travaux antérieurs sur l'effet des interactions entre étudiants et enseignants sur l'apprentissage à distance synchrone présentaient certaines limites. La première, soulignée par certains auteurs (David Strang, 2012 ; Sun et al., 2022), est que les interactions étaient généralement mesurées par le biais de questionnaires auto-rapportés remplis par les étudiants. Dans notre travail, nous avons objectivé cette mesure à l'aide d'enregistrements vidéo de séances de cours et de l'utilisation d'une grille d'observation pour classer les interactions observées. Un score d'interaction a été attribué à chaque élève et à chaque fois qu'une question concernant l'enseignement a été posée ou répondue, ce score a été incrémenté. Une autre limite est que l'apprentissage des étudiants est souvent évalué à l'aide de questionnaires d'auto-évaluation avec des échelles de Likert, où les étudiants indiquent si oui ou non ils considèrent avoir appris grâce au cours qu'ils viennent de suivre (Sun et al., 2022). Dans notre travail, l'apprentissage est objectivé par des questionnaires (QCM) et des notes d'examen final anonymes (moyenne générale) proposés et notés par les enseignants. De plus, dans le cadre de l'apprentissage à distance, la majorité des travaux s'étant intéressés aux interactions ont comparé des cours considérés comme favorisant les interactions avec des cours considérés comme ne les favorisant pas, ces différents cours étant principalement asynchrones (Bernard et al., 2014).

Ce travail vient donc conforter les travaux qui ont montré le rôle des interactions sur les performances académiques à l'aide d'une méthode objective de quantification des interactions, et ce, dans le contexte d'un apprentissage à distance synchrone.

Enfin, nos modèles de médiation montrent que cet effet direct de la personnalité sur les interactions et l'effet direct des interactions sur les performances académiques donnent lieu à des effets indirects de la personnalité (extraversion et ouverture d'esprit) sur la performance académique par le biais des interactions étudiant-enseignant (score au QCM et moyenne générale pour l'extraversion et seulement moyenne générale pour l'ouverture d'esprit). Ainsi, plus un étudiant est ouvert d'esprit ou extraverti, plus il aura d'interactions avec le professeur lors d'un cours à distance synchrone, ce qui lui permettra d'obtenir de meilleures performances académiques.

Le fait que l'extraversion et l'ouverture aient un effet sur la performance académique lorsqu'il est médié par l'interaction étudiant-enseignant n'avait pas été étudié jusqu'à présent (O'Connor et Paunonen, 2007 ; Weiser et al., 2018). Ce résultat pourrait expliquer l'hétérogénéité des résultats dans la littérature, certaines études montrant plus ou moins d'effet de l'extraversion et de l'ouverture d'esprit sur les performances académiques (Poropat, 2009 ; Richardson et al., 2012). En effet, si la présence d'un lien entre personnalité et performance académique dépend des interactions, le nombre d'interactions peut varier selon les méthodes d'enseignement. Par exemple, Weiser et al. (2018) ont montré que les interactions entre étudiants et enseignants étaient plus riches et plus longues lorsque les enseignants encouragent explicitement les étudiants à poser des questions (comparé à une situation sans encouragement explicite), à la fois dans des cours en présentiel et à distance synchrone. Cette hétérogénéité des résultats concernant le lien entre la personnalité et les performances académiques pourrait donc être liée au fait que les différentes études utilisent des méthodes d'enseignement différentes (entraînant des niveaux d'interaction différents). Ainsi, des travaux futurs pourraient vérifier cette hypothèse en évaluant l'impact de différentes méthodes d'enseignement (favorisant plus ou moins les interactions en classe) sur la relation entre les traits de personnalité et les performances académiques.

Enfin, ce résultat permet également de rendre compte de l'absence d'effet direct de la personnalité sur la réussite académique observé dans le premier travail présenté dans mon manuscrit de thèse. En effet, ce second travail complète le premier article en montrant qu'un lien entre personnalité et performance académique peut être présent, mais uniquement par l'intermédiaire de mécanismes plus complexes de médiation.

Le rôle modérateur des capacités cognitives dans l'effet indirect des traits de personnalité sur la performance académique médiée par les interactions.

Nos résultats révèlent également que les capacités cognitives (attention et mémoire) ont un rôle modérateur dans l'effet indirect des traits de personnalité sur la performance académique (QCM, moyenne générale) médiée par les interactions.

L'effet de l'extraversion et de l'ouverture d'esprit sur la performance académique médiée par les interactions est présent chez les étudiants ayant un niveau médian ou élevé de scores d'attention et de mémoire. Cela signifie que, pour observer un effet indirect des traits de personnalité sur les performances académiques, il est nécessaire que les étudiants aient un certain niveau de capacités attentionnelles et de mémoire. Ce résultat est cohérent avec les nombreux travaux montrant le rôle majeur de l'attention (Posner et Rothbart, 2014 ; Richardson et al., 2012) et de la mémoire (Xu et Li, 2015) dans l'apprentissage traditionnel, tout en l'étendant à l'apprentissage à distance synchrone.

Bien que cela reste difficile sur le plan méthodologique, des chercheurs ont tenté d'objectiver l'impact de certains facteurs cognitifs (attention) dans les apprentissages à distance synchrones. Chen et Wang (2018) ont utilisé des systèmes de casques EEG pour mesurer l'attention pendant des cours à distance synchrones et ont montré que des niveaux d'attention plus élevés prédisaient de meilleurs résultats académiques. Dans le cadre de notre travail, nous n'avons évidemment pas pu reproduire cette méthodologie, mais nos résultats confortent les résultats obtenus par ces auteurs en utilisant une méthode plus traditionnelle de questionnaire.

De plus, jusqu'à présent, la plupart des études se sont focalisées sur les relations directes entre les capacités cognitives et les traits de personnalité (Ackerman et Heggestad, 1997), la performance académique (Richardson et al., 2012, Posner et Rothbart, 2014) ou encore les interactions en cours (Breakey, 2017). Ce n'est que tout récemment que Shi et Qu (2021) ont réalisé une étude prenant en compte l'ensemble de ces facteurs et montrent (à l'aide d'équations structurelles) des liens positifs entre facteurs cognitifs (capacité de mémoire, capacité de traitement de l'information, capacité de représentation, capacité de raisonnement logique, capacité de conversion de la pensée), performance académique et personnalité. Nos résultats complètent donc ces travaux, mais surtout proposent que les interactions étudiant-enseignant soient le facteur sous-jacent explicatif de l'ensemble des relations observées entre ces différents facteurs (traits de personnalité, capacités cognitives et performances académiques).

D'autres travaux, notamment en utilisant des méthodes plus objectives pour évaluer les capacités cognitives (Shi et Qu, 2021), permettront de mieux comprendre les relations entre tous ces facteurs et notamment le rôle central des interactions étudiant-enseignant.

Implications pratiques

Nos résultats montrent l'importance de la relation entre les traits de personnalité, les interactions, les capacités cognitives et la performance académique. Ce résultat pourrait conduire à des implications pratiques prenant en compte ces différents facteurs afin de proposer des méthodes d'enseignement mieux adaptées aux profils des étudiants.

Tout d'abord, l'amélioration du niveau d'interaction étudiant-enseignant pourrait faciliter l'apprentissage des étudiants dans les cours à distance synchrones. Ainsi, certains auteurs conseillent d'ajouter plus de discussions interactives en classe (étudiant-enseignant mais aussi étudiant-étudiant) pendant les cours, ce qui peut aider les étudiants à réfléchir à leur compréhension du cours, à améliorer leur attitude et leurs méthodes d'apprentissage et à améliorer leurs performances d'apprentissage (Sun et al., 2022). Afin de faciliter ces interactions et d'animer ces moments de discussion, la gamification des séances de cours peut être envisagée par l'enseignant (Ritzhaupt et al., 2021). Parmi les nombreux outils disponibles, des applications de quiz gamifiés (ex : Kahoot) permettent aux étudiants de se tester pendant le cours et à l'enseignant de vérifier que le cours est bien compris, tout en ouvrant la discussion et le débat (Wang et Tahir, 2020).

De plus, les traits de personnalité et les profils cognitifs peuvent également être utilisés pour adapter l'enseignement. En effet, les systèmes de visioconférence peuvent déjà envoyer des messages sous la forme de pop-up (fenêtre qui s'ouvre devant la fenêtre principale sans avoir été sollicitée par l'utilisateur) pour motiver les étudiants à prêter attention au cours lorsque leur niveau d'attention baisse (Chen et Wang, 2018). Un même système pourrait également être envisagé pour encourager l'étudiant à poser ou à répondre à des questions, ou encore à s'impliquer dans une discussion générale sur le cours.

Enfin, ces messages pourraient être rendus encore plus efficaces en étant adaptés par les systèmes d'intelligence artificielle au profil de chaque étudiant (Afini Normadhi et al., 2019).

Conclusion

Notre travail montre que l'effet des traits de personnalité sur la performance académique en enseignement à distance synchrone peut s'expliquer par des mécanismes complexes impliquant les interactions étudiant-enseignant et les capacités cognitives des étudiants (attention, mémoire). Des travaux complémentaires sont nécessaires pour comprendre le rôle complexe d'autres facteurs majeurs dans l'apprentissage (ex : la motivation, les méthodes de révision, etc.) et évaluer l'efficacité des nouvelles pratiques pédagogiques. La prise en compte de ces différents facteurs sera un enjeu majeur pour adapter l'enseignement à distance aux besoins des étudiants et leur permettre de poursuivre leur acquisition de connaissances dans les conditions les plus satisfaisantes possibles.

Article n°3 : Différences entre l'apprentissage en présentiel et l'apprentissage à distance synchrone sur les marqueurs de réussite cognitifs, comportementaux et affectifs

État de l'article

Publié : Florian Laronze & Bernard Nkaoua (04 Sep 2024): Differences between face-to-face and synchronous distance learning on cognitive, behavioural and affective outcomes, Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning, DOI: 10.1080/02680513.2024.2399842

Introduction

Comme nous l'avons vu précédemment, le développement et la démocratisation croissants des nouvelles technologies ont entraîné de grands changements dans l'accès à l'éducation. L'apprentissage classique, dit en présentiel, n'est plus le seul moyen d'accéder au savoir. Les formations à distance asynchrones (ex : les MOOC) et synchrones (ex : visioconférences) sont devenues populaires, entraînant avec elles leur lot de questions sur l'impact qu'elles peuvent avoir sur la réussite académique des étudiants, la satisfaction, la performance académique, la conception des cours, etc. (Koutsoupidou, 2014 ; Marshall et al., 2012 ; Yamagata-Lynch et al., 2015).

Le débat s'est longtemps focalisé sur la comparaison entre apprentissage à distance et apprentissage en présentiel. Certaines études ont montré que l'apprentissage à distance asynchrone conduit à de meilleures performances académiques (GPA, notes) que l'apprentissage en présentiel traditionnel, et que ce dernier conduit à de meilleurs résultats que l'apprentissage à distance synchrone (Bernard et al., 2004). D'autres études ont montré que l'apprentissage asynchrone et l'apprentissage synchrone sont tous deux associés à de meilleures performances que l'apprentissage en présentiel (Allen et al., 2004). Enfin, Williams (2006) conclut de sa méta-analyse de 30 études, que l'apprentissage synchrone a un effet positif sur la performance académique par rapport à l'apprentissage traditionnel, tandis que l'apprentissage asynchrone a un effet négatif. Le sentiment de satisfaction exprimé par les étudiants serait en revanche plus important pour les cours en présentiel (Allen et al., 2002 ; Bernard et al., 2004).

Cependant, Means et al. (2013) soulignent que les résultats de ces méta-analyses incluaient des études portant sur des technologies parfois anciennes, avec des méthodologies de recherche peu rigoureuses, etc. Plus récemment, Ebner et Gegenfurtner (2019) ont examiné des travaux qui comparaient les trois modalités d'apprentissage (synchrone, asynchrone, en présentiel) sur la période 2010-2018. Ils ont montré que l'apprentissage à distance synchrone était plus efficace pour promouvoir l'acquisition de connaissances chez les étudiants que l'enseignement asynchrone et en présentiel. Pour la satisfaction, ils n'ont trouvé aucune différence entre l'apprentissage à distance synchrone et asynchrone, mais une satisfaction plus faible pour l'apprentissage en ligne asynchrone par rapport à l'enseignement en présentiel. Cependant, ces résultats doivent être nuancés, car seulement 5 études ont été incluses dans cette méta-analyse, avec de faibles qualités méthodologiques et un accent mis sur le terme "webinaire" dans la requête utilisée pour l'analyse. Ce résultat a cependant été conforté par la revue systématique de Martin et al. (2017) portant sur l'apprentissage à distance synchrone. Ces auteurs concluent en encourageant l'étude plus approfondie d'autres facteurs tels que la participation ou la motivation, étant donné que globalement, peu de travaux ont été menés en apprentissage à distance synchrone, et que la majorité des travaux se concentrent sur la satisfaction et la performance académique.

Comme nous l'avons vu, les études en présentiel sont beaucoup plus documentées, notamment en ce qui concerne la diversité des marqueurs de la réussite académique explorés (en comparaison à l'apprentissage à distance synchrone). En présentiel, trois domaines différents de la réussite académique (Bloom, 1956 ; Anderson et Krathwohl, 2001) sont largement étudiés, avec de nombreux marqueurs différents pour chaque domaine : 1) comportementaux (ex : les interactions étudiant-enseignant, l'engagement, etc.), 2) affectifs (ex : la satisfaction, les émotions, la motivation, etc.) et 3) cognitifs (ex : la performance de l'étudiant à un examen final, l'acquisition de connaissances pendant le cours, etc.). Une telle approche globale n'a pas été menée dans les études à distance synchrone.

Ainsi, compte tenu des enjeux sociétaux et du manque de connaissances dans la littérature sur certains marqueurs de la réussite académique en enseignement à distance synchrone, ce travail avait pour objectif d'étudier les différences induites par ces deux modalités d'apprentissage sur les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances, engagement cognitif), comportementaux (interactions étudiant-enseignant, sentiment de présence) et affectifs (émotions, motivation) de la réussite académique. Sur la base de la revue de la littérature (présentée plus en détail dans le

2Chapitre 1) différentes hypothèses ont été formulées pour chacun de ces marqueurs de la réussite.

Le modèle de recherche et les hypothèses associées sont représentés sur la Figure 6.8 Les hypothèses sont les suivantes :

H1. Pour les marqueurs cognitifs, il n’y aura pas de différence entre les modalités en présentiel et à distance synchrone

H2 : Pour les marqueurs comportementaux, les hypothèses sont que les émotions positives seront plus fortes dans la modalité d'apprentissage en présentiel ; les émotions négatives seront plus fortes dans la modalité à distance synchrone ; et les niveaux de motivation seront similaires dans les deux modalités d'apprentissage.

H3 : Enfin, pour les marqueurs comportementaux, l’hypothèse est que le sentiment de présence sera plus élevé en présentiel, mais que le nombre d’interactions sera équivalent entre les deux modalités d’apprentissage.

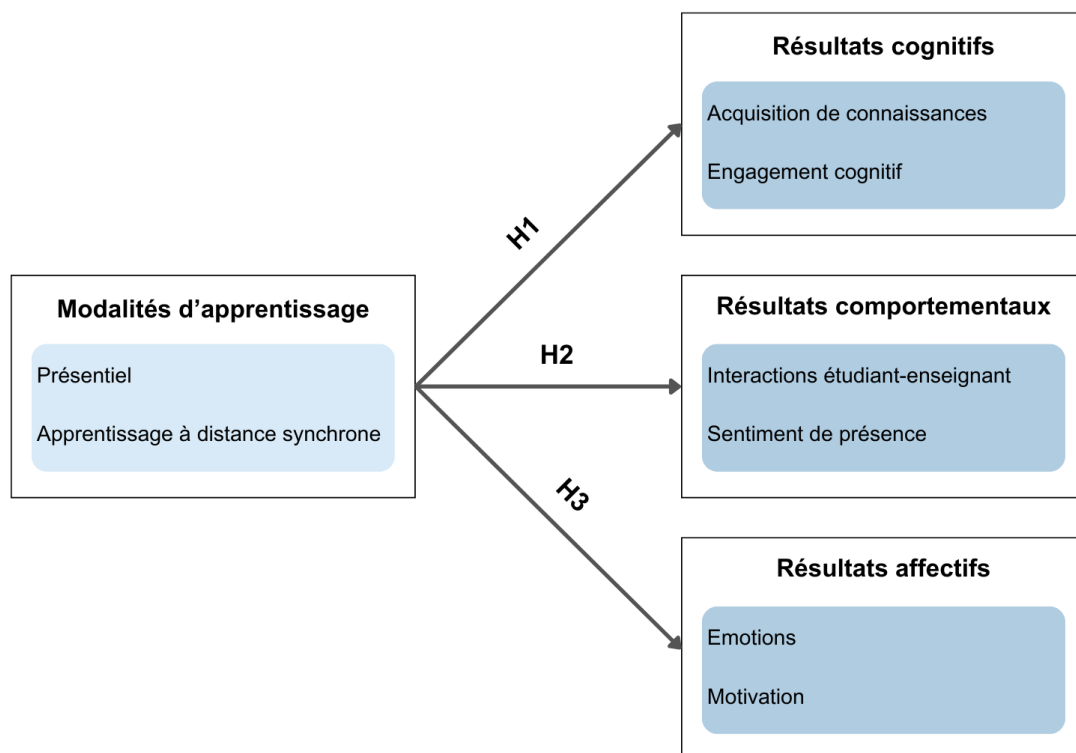


Figure 6.8 : Modèle de recherche théorique.

Matériels et méthodes

Participants et procédure

Les participants étaient des étudiants de l'Université de Bordeaux qui suivaient des cours en sciences cognitives, en neurosciences ou en ergothérapie (pour plus de détails, voir article n°1 et la méthodologie générale, Chapitre 5). Pour chaque discipline, un enseignant dispensait des cours à distance synchrones par Zoom (2ème semestre 2020-2021) et en présentiel (2ème semestre 2021-2022). Au total, 43 étudiants (âge moyen = 20,5 ans ; 70 % de femmes) ont suivi l'un de ces cours en présentiel, 44 (âge moyen = 22 ans ; 70 % de femmes) l'un des cours à distance synchrones. Les étudiants de ces deux groupes étaient des étudiants différents ayant suivi des cours similaires en termes de contenu. Chacun de ces cours comportait entre 6 et 10 séances, 1 par semaine, d'une durée de 1 heure 20 à 2 heures pendant deux semestres repartis entre 2021 et 2022.

Pour chaque groupe, nous avons obtenu l'accord des enseignants et des étudiants pour mettre en place la procédure suivante :

- Pour chacune des disciplines enseignées, dans la condition à distance synchrone, lors de 2 séances, le cours par Zoom était enregistré afin de comptabiliser les interactions entre étudiants et enseignants. Dans la condition présentielle, les étudiants ont rempli des grilles de participation.
- À la fin des deux séances, les étudiants devaient remplir, de manière similaire dans les deux modalités d'apprentissage, un questionnaire à choix multiples (QCM) évaluant l'acquisition de leurs connaissances lors de ces deux séances.
- Des questionnaires évaluant leurs émotions ressenties, leur motivation, leur engagement cognitif et leur sentiment de présence lors de ces deux séances étaient également remplis à la fin de la deuxième séance incluse dans le protocole

Échelles utilisées

Dans cet article nous nous sommes intéressés aux marqueurs de la réussite suivants :

- Marqueurs cognitifs : performance académique (score total au QCM, engagement cognitif⁴¹).
- Marqueurs comportementaux : interactions étudiant-enseignant (score total), sentiment de présence⁴².
- Marqueurs affectifs : émotions (plaisir, espoir, fierté, colère, anxiété, honte, désespoir, ennui) et motivation (intrinsèque et extrinsèque).

Les différentes échelles pour chacun de ces facteurs sont détaillées dans la Méthodologie générale (Chapitre 5).

Analyse des données

Dans cette étude, des modèles de régression logistique binaire ont été utilisés. Ce choix repose sur le fait que cette méthode statistique est parfaitement adaptée à la recherche de relations entre une variable dite catégorielle (ici modalité du cours, présence/distance) et une ou plusieurs variables prédictives catégorielles ou continues (marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs) (Peng et al., 2002). Ce type d'analyse permet d'estimer le rapport de côté (odd ratio), c'est-à-dire la probabilité d'être dans l'une ou l'autre des conditions d'apprentissage (présentiel ou à distance synchrone) en fonction de chacun des marqueurs de la réussite.

Nous avons décidé de réaliser deux modèles de régression logistique binaire : un modèle général composé de toutes les variables et un modèle réduit créé à partir des variables ayant des effets significatifs caractéristiques de l'une ou l'autre des modalités d'apprentissage (présence/distance) (auxquelles nous avons ajouté les variables d'intérêt, à savoir la performance académique et les interactions étudiant-enseignant).

Des analyses de classification et de prévisibilité ont également été réalisées afin d'établir la probabilité qu'un étudiant appartienne à l'une des deux modalités d'apprentissage en fonction des paramètres présents dans le modèle réduit.

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel Jamovi version 2.0.0.0.

⁴¹ L'engagement cognitif a été catégorisé comme marqueur cognitif, et non comme marqueur comportemental, suite à des échanges avec les rapporteurs, notamment par soucis de clarté.

⁴² Bien que le sentiment de présence soit plutôt classé comme un marqueur affectif de la réussite, ici les échanges avec les rapporteurs avaient amené à ce qu'il soit classé en marqueur comportemental, notamment compte tenu du fait que ce sentiment est associé à l'impression de pouvoir interagir dans l'environnement d'apprentissage donné (Lessiter et al., 2001).

Résultats

Modèle global

Le premier objectif de ce travail était de concevoir un modèle global à partir de tous les marqueurs de la réussite étudiés dans cet article pour mieux comprendre les différences entre l'apprentissage en présentiel et l'apprentissage à distance synchrone.

Une régression logistique binaire a été menée pour déterminer si le fait qu'un étudiant suive un cours en présentiel ou à distance synchrone pouvait être prédit par l'ensemble des marqueurs de la réussite.

Le modèle global était significatif, $\chi^2(2) = 39,3$, $p < 0,001$, avec entre 32,6% et 48,4% de la variance "des chances de participer à un cours en présentiel ou à distance synchrone" expliquée par l'ensemble des marqueurs de la réussite (voir Tableau 6.5).

De plus, comme on peut le voir dans le Tableau 6.6, l'engagement cognitif, le sentiment de présence, le plaisir, l'anxiété et la honte sont des prédicteurs significatifs ($p < 0,05$) de ce modèle et ont été conservés dans un modèle réduit. Les variables d'intérêt, telles que la performance académique et les interactions, bien que non significatives, ont été conservées afin d'étudier l'évolution de leurs tendances en fonction des deux modalités d'apprentissage.

Modèle global								
Modèle	Deviance	AIC	R ² McF	R ² CS	R ² N	χ^2	df	p
1	81.3	111	0.326	0.363	0.484	39.3	14	< .001

Tableau 6.5 : Modèle global.

Prédicteur	Estimation	Taille d'effet	Z	p	IC 95%		
					Odds ratio	Basse	Haute
Intercept	-3.625	3.350	-1.082	0.279	0.0266	3.75e-5	18.932
Acquisition de connaissances	0.223	0.216	1.033	0.301	1.2500	0.8187	1.909
Engagement	1.637	0.824	1.986	0.047	5.1389	1.0218	25.846
Interactions	-0.113	0.104	-1.087	0.277	0.8934	0.7292	1.095
Sentiment de présence	1.758	0.669	2.626	0.009	5.8008	1.5618	21.545
Plaisir	-1.959	0.938	-2.089	0.037	0.1410	0.0224	0.886
Espoir	0.105	0.755	0.138	0.890	1.1102	0.2528	4.877
Fierté	-0.363	0.615	-0.591	0.555	0.6955	0.2083	2.322
Colère	-0.270	0.833	-0.324	0.746	0.7635	0.1491	3.910
Anxiété	2.247	0.854	2.632	0.008	9.4581	1.7744	50.415
Honte	-1.411	0.600	-2.353	0.019	0.2440	0.0753	0.790
Désespoir	-0.806	0.990	-0.814	0.416	0.4468	0.0641	3.113
Ennui	-0.355	0.549	-0.647	0.517	0.7009	0.2390	2.055
Motivation Intrinsèque	-0.215	0.492	-0.437	0.662	0.8066	0.3075	2.115
Motivation Extrinsèque	0.539	0.367	1.468	0.142	1.7135	0.8349	3.517

Tableau 6.6 : Coefficients logistiques binaires du modèle global.

Modèle réduit

Le modèle réduit était également significatif, $\chi^2 (7) = 33,7$, $p < 0,001$, avec entre 27,9% et 42,8% de la variance "des chances de participer à un cours en présentiel ou à distance synchrone" expliquée par l'ensemble des marqueurs de la réussite (voir Tableau 6.7).

De plus, comme on peut le voir dans le Tableau 6.8, les pentes sont positives et significatives pour l'engagement cognitif ($b = 1,76$, $\chi^2 (1) = 2,20$, $p = 0,02$), le sentiment de présence ($b = 1,61$, $\chi^2 (1) = 2,67$, $p < 0,01$) et l'anxiété ($b = 1,87$, $\chi^2 (1) = 2,52$, $p < 0,01$). Les pentes sont négatives et significatives pour la honte ($b = -1,51$, $\chi^2 (1) = -2,70$, $p < 0,01$) et le plaisir ($b = -1,37$, $\chi^2 (1) = -1,95$, $p = 0,05$). Ces résultats indiquent que ces facteurs sont respectivement des prédicteurs positifs et négatifs significatifs de la probabilité d'être dans une condition d'apprentissage en présentiel.

Toujours dans le Tableau 6.8, le rapport de cote signifie que pour un rapport de cote de x associé à un facteur, pour une unité d'augmentation de ce facteur (ex : un étudiant passant d'un score d'engagement de 2/5 à 3/5), les chances d'être dans une condition d'apprentissage en présentiel augmenteront d'un facteur x. Par exemple, le rapport de cote pour l'engagement cognitif est de 5,82, ce qui signifie que, pour une unité d'augmentation de l'engagement cognitif d'un élève, les chances d'être dans une condition d'apprentissage en face-à-face augmentent d'un facteur de 5,82.

Modèle réduit								
Modèle	Deviance	AIC	R ² McF	R ² CS	R ² N	χ^2	df	p
2	86.9	103	0.279	0.321	0.428	33.7	7	<.001

Tableau 6.7 : Modèle réduit.

Prédicteur	Estimation	SE	Z	p	IC 95%		
					Odds ratio	Basse	Haute
Intercept	-6.557	2.304	-2.85	0.004	0.00142	1.55e-5	0.130
Acquisition de connaissances	0.221	0.186	1.18	0.236	1.24671	0.8654	1.796
Engagement	1.763	0.801	2.20	0.028	5.82957	1.2131	28.015
Interactions	-0.160	0.108	-1.49	0.137	0.85180	0.6894	1.052
Sentiment de présence	1.617	0.606	2.67	0.008	5.03820	1.5365	16.520
Anxiété	1.867	0.740	2.52	0.012	6.46684	1.5178	27.553
Honte	-1.513	0.560	-2.70	0.007	0.22025	0.0734	0.661
Plaisir	-1.374	0.703	-1.95	0.05	0.25320	0.0639	1.004

Tableau 6.8 : Coefficients logistiques binaires du modèle réduit.

La pente pour la performance académique est positive et non significative ($b = 0,22$, $\chi^2(1) = 1,18$, $p > 0,05$), ce qui indique que la performance académique est un prédicteur positif, mais non significatif de la probabilité d'être dans une condition d'apprentissage en présentiel.

Pour une analyse plus approfondie de ce résultat, la courbe logistique estimée montrant la probabilité d'être dans une modalité en présentiel comme prédit par la performance académique a été tracée (voir Figure 6.9). Ce graphique montre que la probabilité d'être dans une condition en présentiel avec un score de 0 en performance académique est de près de 25 %, et de plus de 60 % pour un score de 6.

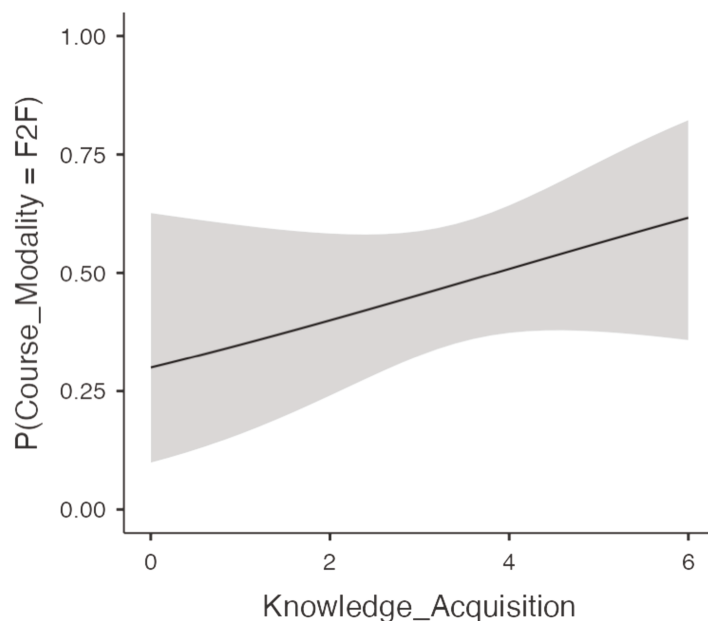


Figure 6.9 : Probabilités prédites d'être en condition présentiel (F2F) en fonction du score de performance académique (knowledge acquisition).

La pente pour les interactions étudiant-enseignant est négative et non significative ($b = -0,16$, $\chi^2(1) = -0,15$, $p > 0,05$), ce qui indique que les interactions sont un prédicteur négatif, mais non significatif de la probabilité d'être dans une condition d'apprentissage en présentiel. Pour une analyse plus approfondie de ce résultat, la courbe logistique estimée montrant la probabilité d'être dans une modalité en présentiel comme prédit par les interactions a été tracée (voir Figure 6.10). Ce graphique montre que la probabilité d'être dans un cours à distance synchrone augmente fortement avec un nombre élevé d'interactions, dépassant 75 % après 7 interactions.

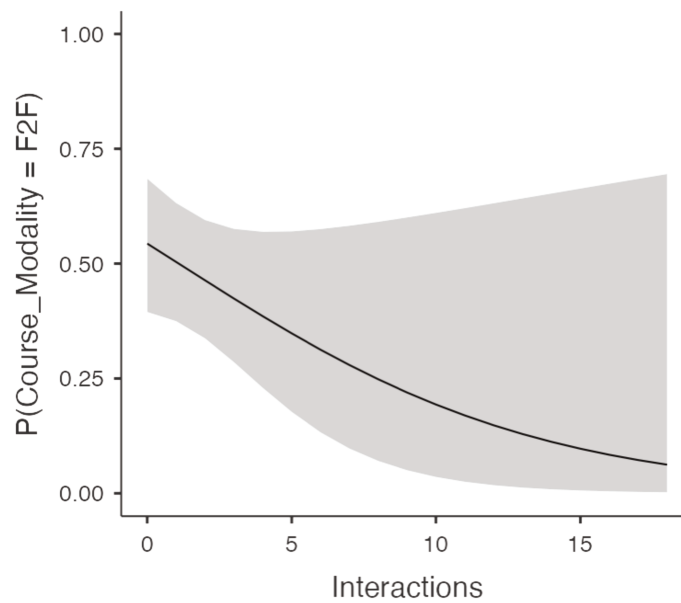


Figure 6.10 : Probabilités prédites d'être en condition présentiel en fonction du score d'interactions étudiant-enseignant.

Classification et prédictibilité du modèle global réduit

Afin d'évaluer l'efficacité du modèle réduit, des analyses de classification et de prédictibilité ont établi la capacité du modèle à prédire la probabilité qu'un étudiant appartienne à l'une ou l'autre des deux modalités d'apprentissage en fonction des paramètres présents dans le modèle réduit.

Le modèle de régression binaire réduit prédit avec précision si les étudiants sont dans une modalité d'apprentissage en présentiel ou à distance synchrone, avec un taux de précision de 72,7% en modalité à distance synchrone, et de 74,4% en présentiel.

Ce modèle et les facteurs qui le constituent semblent donc pertinents pour prédire l'appartenance d'un étudiant à un cours en présentiel ou à distance.

Discussion

L'objectif de ce travail était d'étudier les différences entre l'apprentissage en présentiel et l'apprentissage à distance synchrone sur les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite. Pour y répondre, deux modèles de régression logistique binaire ont été mis en œuvre (un modèle global composé de toutes les variables et un modèle réduit).

Trois résultats majeurs ressortent de ces analyses : 1) les niveaux de performance académique et d'interaction en cours étaient similaires, avec des tendances à être respectivement supérieures en apprentissage en présentiel et à distance synchrone ; 2) en apprentissage en présentiel, les étudiants ont montré des niveaux plus élevés d'engagement cognitif, de sentiment de présence et d'anxiété ; 3) en condition à distance synchrone, les étudiants ont montré des niveaux plus élevés de plaisir, mais aussi des niveaux plus élevés de honte.

Le premier résultat de ce travail concerne les interactions étudiant-enseignant durant le cours. L'apprentissage à distance, de par sa nature même, pourrait diminuer ces interactions par rapport à l'enseignement en présentiel (Siemens et al., 2015). De ce fait, de nombreux chercheurs ont mis en place des conceptions de cours qui cherchent à favoriser ces interactions et ont montré que cela conduit à de meilleures performances académiques et à une meilleure satisfaction chez les étudiants en apprentissage à distance (Bernard et al., 2009 ; Siemens et al., 2015). Cependant, peu d'études ont évalué, non pas les effets de la conception de cours interactifs, mais l'effet de la modalité d'apprentissage (distance vs présence) sur le nombre d'interactions étudiant-enseignant (participation) lors de séances de cours similaires données par le même enseignant. Seuls Weiser et al. (2018), avaient comparé ces deux situations dans des cours et n'ont montré aucune différence de niveaux d'interaction entre ces deux modalités. Notre travail s'inscrivait dans la continuité de ce dernier, cherchant à évaluer ce résultat dans des conditions universitaires réelles. Notre modèle général et notre modèle réduit corroborent les résultats de Weiser et al. (2018) en ne montrant aucune différence dans le niveau d'interactions selon la modalité d'apprentissage. Ainsi, la crainte d'une interaction réduite lors des cours à distance synchrones semble dissipée.

De manière intéressante, nos résultats montrent également qu'un nombre très élevé d'interactions prédit plutôt le fait de suivre un cours à distance synchrone. En effet, la probabilité d'être dans un cours à distance synchrone augmente fortement avec un nombre élevé d'interactions, dépassant 75% après 7 interactions sur deux séances de cours. Cela peut

probablement s'expliquer par un usage réussi des outils d'interactions proposé par le logiciel Zoom (chat et micro) par les enseignants et les étudiants. Le chat permet notamment aux étudiants de poser ou de répondre à des questions plus facilement que dans un cours en présentiel, par exemple sans interrompre l'enseignant pendant qu'il parle. Des travaux ultérieurs devront étayer ce résultat. Ils devront également examiner si cette tendance de l'apprentissage à distance synchrone à privilégier les interactions peut avoir un impact direct sur les résultats d'apprentissage, et préciser les éléments spécifiques de l'apprentissage concerné. Des études futures pourraient également préciser les effets respectifs des interactions vocales et du chat sur la performance académique (Note : comme nous l'avons fait dans notre précédent travail).

La performance académique (ici évaluée par QCM) est l'un des marqueurs de la réussite les plus étudiés lorsque l'on compare les apprentissages en présentiel et à distance (Siemens et al., 2015). Nos deux modèles (général et réduit) ne montrent pas d'impact de la modalité d'apprentissage sur ce facteur. Ce résultat est en accord avec la grande majorité des méta-analyses montrant des performances académiques similaires en présentiel et à distance (Bernard et al., 2004), même si certains travaux obtiennent un léger avantage pour la modalité à distance (Williams, 2006 ; Ebner et Gegenfurtner, 2019). Notre travail réactualise donc ce résultat à l'aide de technologies d'apprentissage à distance synchrone plus récentes.

De manière intéressante, notre étude montre une tendance des étudiants à avoir de meilleurs résultats d'acquisition de connaissances (QCM) en présentiel. Comme l'indique la Figure 6.9, cette tendance peut s'expliquer par le fait que les étudiants ont moins de scores de performances faibles (0 ou 1) en présentiel qu'en distanciel. En effet, les étudiants ayant un score de 0 ou 1 au test de performance académique ont respectivement 75% et 60% de chance de suivre un cours à distance synchrone (donc 25% et 40% de chance d'être en présentiel). Par conséquent, même s'il n'y a pas de différence sur la moyenne, l'enseignement à distance synchrone pourrait se traduire par une proportion plus élevée de faibles scores de performance académique par rapport à l'enseignement en présentiel. Le deuxième constat principal de cette étude (présenté ci-dessous) pourrait fournir des clés de compréhension de ce résultat.

Notre deuxième résultat principal est que l'apprentissage en présentiel est associé à des niveaux plus élevés d'engagement cognitif, de sentiment de présence et d'anxiété chez les étudiants, ce qui pourrait expliquer la tendance à une meilleure performance académique en présentiel.

Pour l'engagement cognitif, ce résultat étend à l'apprentissage à distance synchrone les résultats de Murphy et Stewart (2015) en apprentissage à distance asynchrone, montrant que les étudiants étaient moins engagés cognitivement et avaient des notes plus basses que ceux ayant assisté à des cours en présentiel.

Nos modèles décrivent également un niveau plus élevé de sentiment de présence lors des cours en présentiel. Malgré l'évolution des outils de visioconférence numérique (multiplication des formes d'interaction avec le chat, la voix, les émoticônes, etc.), l'impression d'être réellement présent dans un environnement partagé est toujours plus faible que dans un cours en présentiel. Tout comme l'engagement cognitif, un sentiment de présence plus élevé est cohérent avec la tendance à trouver des performances académiques plus élevées en apprentissage en présentiel. En effet, cette relation entre engagement, sentiment de présence élevé et performance a déjà été montrée dans le domaine de la réalité virtuelle et augmentée (Huang et al., 2019) et pourrait donc être étendue au domaine de l'apprentissage à distance.

Concernant l'anxiété, son niveau en présentiel (niveau plus élevé) peut également se justifier par le fait que cette émotion est considérée comme une émotion, certes négative, mais activante, c'est-à-dire pouvant amener les étudiants à être plus investis dans leurs apprentissages (Pekrun et al., 2017). Ceci est cohérent avec les scores plus élevés d'engagement cognitif, de sentiment de présence et la tendance à avoir une meilleure performance académique observés chez les étudiants en présentiel dans notre travail. Néanmoins, d'autres travaux montrent également que l'anxiété peut être reliée à des performances académiques réduites, montrant que le lien entre performance académique et anxiété est complexe et reste donc à approfondir (Pekrun et al., 2017).

Les travaux futurs devront aborder ces questions au moyen de modèles causaux plus complexes, par exemple à l'aide d'analyses de médiations modérées. Il serait effectivement pertinent de tester l'hypothèse d'un lien entre la modalité d'apprentissage et la performance académique, médié par le niveau d'engagement cognitif, le sentiment de présence et l'anxiété.

Enfin, le dernier résultat de notre travail est que les étudiants en apprentissage à distance synchrone ont montré des niveaux de plaisir plus élevés, mais également des niveaux de honte plus élevés. Cette différence entre les deux modalités d'apprentissage pourrait provenir du lien entre émotions et interactions. Comme nous l'avons vu plus haut, l'apprentissage à distance synchrone tend à engendrer un plus grand nombre d'interactions. Or, les interactions pourraient être associées chez certains à du plaisir, chez d'autres à de la honte (absence d'interactions). Ce

résultat pourrait soutenir la thèse selon laquelle un nombre plus élevé d'interactions est lié à plus de plaisir en apprentissage à distance synchrone, et qu'à l'inverse, un nombre plus faible d'interactions est lié à plus de sentiments de honte. Cette hypothèse est confirmée par des analyses de corrélation de Spearman supplémentaires avec la modalité d'apprentissage comme variable de contrôle, montrant une corrélation positive entre les interactions et le plaisir ($\rho = 0,30$; $p < 0,05$) et une corrélation négative entre les interactions et la honte ($\rho = -0,23$; $p < 0,05$). Ainsi, les apprentissages à distance synchrone pourraient encourager certains étudiants à participer, conduisant à un niveau de plaisir plus élevé, alors que d'autres étudiants pourraient ne pas oser participer par peur du jugement des autres étudiants. Plus généralement, ces résultats contribuent aux débats sur les effets de la satisfaction dans les cours universitaires.

La majorité des études montrent un niveau de satisfaction des étudiants plus élevé avec l'apprentissage en présentiel (par rapport à l'apprentissage à distance) en utilisant une approche unidimensionnelle de la satisfaction (Allen et al., 2002 ; Bernard et al., 2004). Dans ce travail, nous avons évalué la satisfaction par l'intermédiaire d'une échelle plus riche, incluant de nombreuses émotions et montrant des liens plus complexes (Pekrun et al., 2005). Comme nous venons de le voir dans notre travail, en utilisant une approche par les émotions (Pekrun et al., 2005), la perception de l'apprentissage à distance par rapport à l'apprentissage en présentiel peut varier en fonction de l'émotion étudiée (plaisir, honte, anxiété). Ce résultat sous-tend donc l'idée qu'il existe une plus grande complexité dans les avantages et les inconvénients des différentes modalités d'apprentissage. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour étudier plus précisément les liens entre ces différentes évaluations de la satisfaction (et en particulier les différentes modalités d'émotions), la modalité d'apprentissage et la performance académique.

Limites et perspectives

Ce travail a permis de préciser les impacts respectifs des modes d'apprentissage en présentiel et à distance synchrone sur les marqueurs de la réussite académique. Certaines limites peuvent néanmoins être évoquées.

Tout d'abord, tous les étudiants étaient des étudiants de Licence qui suivaient des cours dans des disciplines qui, bien que différentes (sciences cognitives, neurosciences ou ergothérapie), restent du domaine des sciences humaines et sociales. Ce point est important à souligner car certaines méta-analyses ont montré que les différences entre enseignement en présentiel et à

distance sur la performance académique peuvent varier selon le niveau d'études et les disciplines considérées (Siemens et al., 2015). Par exemple, Williams et al. (2006) ont constaté que l'enseignement à distance synchrone permettait de meilleurs résultats académiques pour les formations professionnelles (de type réorientation) que pour les étudiants de Licence et Master (par rapport à des cours en présentiel). Des recherches futures pourraient ainsi clarifier ces différences sur les marqueurs de la réussite selon les niveaux d'études et les disciplines étudiées.

Une deuxième limite de ce travail est que ces deux modalités d'apprentissage ne sont pas équivalentes en termes de pratiques habituelles, notamment en France où l'enseignement à distance est beaucoup plus récent. Ainsi, les élèves, au cours de leur scolarité, et les enseignants ont tous été beaucoup plus confrontés à l'enseignement en présentiel et aux pratiques pédagogiques qui en découlent, ce qui peut entraîner des biais dans l'évaluation de l'apprentissage à distance synchrone. Pour tenter de réduire cet effet de nouveauté (même si nous ne pouvons pas l'éliminer complètement), nous avons inclus des étudiants et des enseignants ayant déjà au moins 5 mois d'expérience d'enseignement à distance (notamment en raison de la période COVID-19).

Enfin, ces deux modalités d'apprentissage (en présentiel et à distance synchrone) peuvent induire des pratiques pédagogiques différentes. Pour contrôler cela, les enseignants ont eu comme consigne de suivre un style d'enseignement similaire dans les deux modalités de cours, qui se caractérise par des leçons plutôt traditionnelles de types unidirectionnelles avec la possibilité pour les étudiants de poser et de répondre à des questions. Pour des travaux futurs, il serait également intéressant d'étudier les deux modalités d'apprentissage en comparant l'effet de la mise en œuvre de pratiques pédagogiques différentes, telles que l'apprentissage inversé, l'apprentissage par la mise en place de projets, etc. (Balemen et Keskin, 2018 ; Chen et al., 2018). Pour finir, même si nos travaux ont intégré certains des marqueurs de la réussite les plus étudiés, il est possible que d'autres variables modèrent les effets que nous avons obtenus, notamment le profil de l'étudiant (ex : traits de personnalité, facteurs cognitifs, attitudes face à la technologie, etc.). La prise en compte de ces facteurs fera l'objet de nos investigations futures.

Conclusion

Ce travail a permis de montrer que l'apprentissage à distance synchrone peut être une bonne alternative à l'apprentissage en présentiel en termes de résultats académiques, avec des niveaux de performance académique et d'interactions similaires ainsi qu'un niveau de plaisir plus élevé et une réduction de l'anxiété. Néanmoins, l'engagement cognitif et le sentiment de présence sont encore à des niveaux inférieurs à ceux de l'apprentissage en présentiel, qui donne aussi lieu à un sentiment de honte supérieur. La mise en œuvre de certaines méthodes pédagogiques pourrait être envisagée pour compenser cela. Par exemple, la gamification de l'apprentissage, qui désigne "l'utilisation d'éléments de conception de jeu dans des contextes non ludiques" (Deterding *et al.*, 2011), pourrait constituer une voie prometteuse. En effet, de nombreuses méta-analyses ont montré des effets positifs de la gamification de l'apprentissage sur la performance académique, la motivation et l'engagement (Ritzhaupt *et al.*, 2021). Des travaux futurs pourraient donc s'intéresser à d'autres facteurs majeurs de l'apprentissage et à l'impact de nouvelles approches pédagogiques sur les apprentissages en présentiel et à distance synchrone.

Conclusion générale du chapitre

Ce chapitre avait pour objectif de permettre une meilleure compréhension de l'impact de l'apprentissage à distance synchrone sur la réussite académique. Nous allons revenir sur les différents éléments issus des 3 articles ayant permis de répondre à cet objectif.

Le premier travail a permis d'identifier les relations entre les différents marqueurs de la réussite et les facteurs individuels en apprentissage à distance synchrone. Nos résultats confirment notamment le rôle central de la motivation intrinsèque dans la réussite académique, et son lien avec les émotions positives, l'engagement, le sentiment de présence, et de faibles effets négatifs (ex : maux de tête) ressentis par les étudiants. De plus, les interactions étudiant-enseignant, en particulier les échanges oraux, se révèlent être un facteur clé de la performance académique, soulignant l'importance de favoriser ces interactions dans les cours à distance synchrones. Enfin, bien que les traits de personnalité, les capacités cognitives et les compétences numériques aient un rôle moins important dans cet environnement d'apprentissage, leur influence indirecte via des interactions plus complexes ne pouvait pas être écartée. Ce dernier point a donc fait l'objet de mon second travail de thèse.

Ce second travail a mis en évidence que l'effet des traits de personnalité (extraversion et ouverture d'esprit) sur la performance académique en apprentissage à distance synchrone pouvait s'expliquer par des mécanismes complexes (effets indirects et modérateurs) impliquant les interactions étudiant-enseignant et les capacités cognitives des étudiants (attention, mémoire). Les interactions étudiant-enseignant ont donc un rôle essentiel dans la réussite académique en apprentissage à distance synchrone.

Enfin, le dernier travail de ce chapitre a permis de montrer que l'apprentissage à distance synchrone peut être une bonne alternative à l'apprentissage en présentiel, avec des niveaux de performance académique et d'interactions similaires à l'apprentissage en présentiel, ainsi qu'un niveau de plaisir plus élevé et une réduction de l'anxiété. Néanmoins, l'engagement cognitif et le sentiment de présence sont encore à des niveaux inférieurs à ceux de l'apprentissage en présentiel.

Compte tenu de l'importance des marqueurs affectifs et comportementaux (notamment l'engagement) dans la réussite académique, la seconde partie de cette thèse aura pour objectif de s'intéresser aux effets d'une pratique pédagogique visant à renforcer ces marqueurs : l'apprentissage gamifié.

Chapitre 7 : Étude des outils numériques gamifiés et de leurs impacts sur les marqueurs de la réussite académique

Article n°4 : Collaboration active dans les quiz gamifiés : quels impacts sur les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite académique ?

État de l'article

Soumis dans *Interactive Technology and Smart Education* en juillet 2024

Introduction et rappel du contexte

L'un des principaux défis que doivent relever les enseignants pour permettre à leurs étudiants d'apprendre de la manière la plus optimale et la plus satisfaisante possible est de les maintenir engagés, motivés et attentifs pendant le cours. Parmi les nombreuses stratégies conçues pour encourager l'engagement des étudiants (prise de notes, relecture, cartes conceptuelles, quiz, auto-explication, etc.), l'utilisation de quiz a fait l'objet d'une attention considérable de la part des chercheurs au cours des dernières décennies (Abbott, 1909 ; Yang et al., 2021). Dans le but de rendre ces quiz encore plus engageants, attrayants et efficaces pour les étudiants, des technologies numériques récentes, telles que Kahoot ou Wooclap, ont cherché à offrir des versions gamifiées des quiz (Wang et Tahir, 2020 ; Zhang et Yu, 2021). Par exemple, la plateforme Kahoot compte 70 millions d'utilisateurs actifs mensuels et est utilisée par 50 % des élèves américains de la maternelle au lycée et par des millions d'étudiants (Wang et Tahir, 2020). Ces quiz gamifiés permettent aux étudiants de répondre à des questions depuis leur téléphone et ajoutent des éléments de jeu, tels qu'un chronomètre intégré, des points de récompense, un tableau de classement, de la musique, la possibilité de jouer en groupe, etc. (Wang et Tahir, 2020), aux quiz traditionnels papier-crayon (Moreno-Medina et al., 2023). La plupart des études ont montré que les quiz gamifiés peuvent améliorer la motivation, la satisfaction, l'engagement, la concentration, etc., des étudiants par rapport à l'absence d'activité

ou aux quiz traditionnels (Aktekin et al., 2018 ; Licorish et al., 2018 ; Morillas Barrio et al., 2016 ; Wang et al., 2016). D'autres études ont également montré que les quiz gamifiés améliorent l'acquisition de connaissances par les étudiants, bien que peu d'études aient été menées et que les résultats soient hétérogènes (Licorish et al., 2018 ; Morillas Barrio et al., 2016 ; Zhang et Yu, 2021).

Cependant, les recherches actuelles étudient l'efficacité des quiz en tant que système unique (global) alors que les modèles théoriques récents soulignent l'importance d'identifier l'impact d'éléments de jeu spécifiques (Krath et al., 2021 ; Landers, 2014 ; Yang et al., 2021). Selon la "Théorie de l'apprentissage gamifié" (Landers, 2014), il est important de s'intéresser spécifiquement à chaque élément de jeu qui peut être présent dans une activité gamifiée afin d'évaluer son efficacité sur les marqueurs comportementaux, affectifs et cognitifs de la réussite académique. Neuf catégories d'éléments de jeu sont ainsi identifiées : langage d'action (la manière dont les utilisateurs interagissent avec le jeu ; par exemple, interaction avec l'écran tactile, avec une souris ou pas d'interaction du tout), l'évaluation (badges, récompenses, etc.), le conflit/le défi (niveau de difficulté, compétition, etc.), le contrôle (ex : capacité à changer le jeu), l'environnement (ex : monde en 3D), la possibilité de faire des choix (ex : capacité à changer le jeu, personnalisation, etc.), la fiction (type de narration), l'interaction humaine (capacité à interagir, en collaboration ou non, avec d'autres joueurs), l'immersion et la mise en place de règles/objectifs (Bedwell et al., 2012 ; Landers, 2014).

Certaines études ont donc cherché à évaluer le rôle de certains de ces éléments de jeu dans l'efficacité des quiz gamifiés sur différents résultats académiques, avec des résultats mitigés. Sanchez et al. (2020) ont étudié l'effet de trois éléments de jeu (la possibilité de faire des paris, une barre de progression, des messages d'encouragement) d'un quiz gamifié (par rapport à des quiz contrôlés non gamifiés) sur l'acquisition de connaissances par des étudiants (n = 473). Ils ont montré un effet de ces 3 éléments de jeu sur l'acquisition de connaissances à court terme, mais pas à long terme. Cigdem et al. (2024) ont étudié l'effet de l'utilisation d'un classement dans des quiz gamifiés auprès d'étudiants en informatique (n = 96). Les étudiants dans la condition gamifiée ont complété plus de quiz, mais n'ont pas montré de différences en termes d'acquisition de connaissances par rapport au groupe de contrôle. Mimouni (2022) a cherché à savoir si le retour réflexif sur le cours (RCF)⁴³ renforçait l'efficacité des quiz gamifiés sur

⁴³ Le retour réflexif sur le cours engage toute la classe dans un exercice de réflexion pour comprendre pourquoi une réponse est correcte et pourquoi les autres alternatives ne le sont pas. Cela pousse les élèves à analyser chaque

mobiles dans l'amélioration de l'acquisition des connaissances chez les étudiants de première année de licence en lettres et sciences humaines. Ils ont montré que les étudiants qui ont joué aux quiz gamifiés en condition RCF avaient des scores d'acquisition de connaissances significativement plus élevés que ceux qui ont joué aux mêmes quiz gamifiés en condition non RCF. Licorish et al. (2018) ont montré que certains éléments de Kahoot, tels que la compétition et l'anonymat, étaient considérés par les étudiants (n = 14) comme encourageant l'engagement et la participation pendant le cours, bien que certains étudiants aient souligné que la compétition pouvait également avoir un impact négatif sur leur expérience d'apprentissage.

Cependant, parmi les différentes catégories d'éléments de jeu, deux ont été peu ou pas étudiées dans le domaine de recherche des quiz gamifiés. Il s'agit du rôle de l'interaction active avec l'application du quiz gamifié (catégorie langage d'action) et du rôle de la collaboration entre les étudiants (catégorie interaction humaine) sur les différents marqueurs de la réussite académique.

En effet, le fait que les étudiants s'engagent activement dans les quiz gamifiés en interagissant avec l'écran tactile du téléphone est considéré comme un élément de jeu à part entière. Dans d'autres types de stratégies d'engagement que les quiz gamifiés, de nombreuses études théoriques et expérimentales, ont montré que l'apprentissage actif conduit à de meilleurs résultats cognitifs tels qu'une meilleure acquisition des connaissances, mais aussi à de meilleurs résultats comportementaux et affectifs (Chi et Wylie, 2014). Dans la recherche sur le rôle de la modalité passive/active dans les quiz, certains travaux ont étudié ces effets en comparant les étudiants participant à des activités de type quiz papier-crayon à des étudiants participant à des activités comme la relecture de cours, le visionnage de vidéos, etc., qui sont considérées comme des activités passives (Yang et al., 2021). Cependant, comparer les quiz et des activités de relecture ne revient pas à comparer exclusivement les facteurs actifs/passifs, car ces situations diffèrent sur de nombreux aspects (contenu, stratégies cognitives employées, etc.). Une évaluation pertinente impliquerait donc nécessairement de comparer les étudiants qui répondent aux quiz sur l'écran tactile du téléphone à des étudiants exposés au même contenu de quiz, mais qui n'y répondent pas. Or, à notre connaissance, les études sur les quiz gamifiés comparent leurs effets à des groupes contrôles réalisant d'autres types d'activités gamifiées (Douligeris et al.,

option de réponse et à identifier les connaissances nécessaires pour mieux répondre à l'avenir. Cette approche combine une interrogation guidée par l'enseignant et une discussion en classe.

2018 ; Wang, 2019), ou d'autres quiz non gamifiés (Wang et al., 2016) ou n'incluent pas du tout de groupe de contrôle (Iwamoto et al., 2017 ; Medina et Hurtado, 2017 ; Pechenkina et al., 2017), ce qui ne permet pas d'évaluer réellement l'effet de l'implication active de l'étudiant avec l'application du quiz.

Pour comparer spécifiquement la modalité active du quiz à une modalité passive, l'auto-explicitation est une pratique appropriée. En effet, l'auto-explication désigne une pratique au cours de laquelle les étudiants doivent réfléchir à un contenu, dans ce cas similaire au contenu du quiz, sans impliquer de réponse (Bianco et al., 2013 ; Bisra et al., 2018 ; Chi et Wylie, 2014). La comparaison entre le quiz gamifié et l'auto-explication gamifiée permet donc une comparaison stricte des effets actif/passif portant sur le même contenu de cours.

Le premier objectif de notre travail était donc de permettre une meilleure compréhension du rôle de l'interaction active avec l'application de quiz (quiz actif) par rapport à l'interaction passive (auto-explication) sur les marqueurs de la réussite académique lors de cours universitaires utilisant des quiz gamifiés.

Comme indiqué précédemment, un autre élément des jeux dont l'impact est peu évalué est le rôle de la collaboration pendant les activités de quiz. Alors que certaines études ont examiné le rôle de la collaboration dans des stratégies d'engagement n'incluant pas de quiz, d'autres se sont concentrées spécifiquement sur les quiz, mais aucune, à notre connaissance, ne s'est intéressée aux quiz gamifiés.

En ce qui concerne les travaux sur les stratégies d'engagement (autres que les quiz), de nombreuses études ont examiné l'effet de la mise en œuvre de la collaboration entre les étudiants dans différentes pratiques d'enseignement visant à encourager l'engagement des étudiants, telles que la prise de notes, les cartes conceptuelles, etc. (Chi et Wylie, 2014). Ces travaux ont montré que la collaboration peut affecter différents marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs, comme par exemple un gain d'acquisition de connaissances ou une réduction de l'anxiété (Chi et Wylie, 2014).

Concernant les quiz traditionnels (quiz papier ou non gamifiés), la récente méta-analyse de Yang et al. (2021) tend à montrer un effet généralement positif de la collaboration entre étudiants sur l'acquisition des connaissances. Par exemple, Rezaei et al. (2015) ont montré que les quiz collaboratifs étaient plus efficaces que les quiz individuels sur l'acquisition de connaissances à court terme pour des étudiants (n = 288) suivant un cours de "Méthodes de recherche quantitative" même si ces effets ne sont pas nécessairement maintenus à long terme.

Plus rarement, des articles ont montré des effets sur des marqueurs comportementaux ou affectifs, tels qu'une plus grande satisfaction chez les étudiants engagés dans des quiz traditionnels collaboratifs comparés à des quiz individuels (Leight et al., 2012). Cependant, certains auteurs soulignent également que l'effet de la collaboration sur les marqueurs cognitifs dans les quiz traditionnels doit être nuancé (notamment en raison du faible nombre d'articles dans la littérature et des limites méthodologiques importantes : absence de contrôle de base, absence de test différé, problèmes de sélection de groupe, etc.). Comme mentionné ci-dessus, à notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur le rôle de la collaboration dans les quiz gamifiés. Face au développement et à l'utilisation massive des quiz gamifiés dans l'enseignement et dans l'optique d'une meilleure identification des pratiques pédagogiques pertinentes à l'Université (Zhang et Yu., 2021), l'évaluation de la collaboration sur les résultats académiques (marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs) constitue donc un enjeu important.

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est de mieux comprendre l'impact d'une application de quiz gamifiée (Wooclap) sur les étudiants universitaires. Nous étudierons plus spécifiquement l'effet de deux éléments du jeu, la capacité d'interagir avec l'application de quiz (actif/passif) et la possibilité de collaborer ou non entre les étudiants (individuel/collaboratif), sur les trois marqueurs de la réussite académique (cognitif, comportemental et affectif). D'un point de vue méthodologique, une condition de quiz gamifié (mode actif) sera comparée à une condition contrôle d'auto-explication gamifiée (mode passif), à la fois individuellement et en collaboration. Pour rappel, l'auto-explication consiste en un quiz sans réponse active, ce qui signifie que le matériel utilisé (questions) est strictement identique dans les deux conditions (active vs passive). La collaboration consistera à comparer des étudiants participant aux quiz individuellement à des binômes d'étudiants, ce qui est la manière la plus pertinente de mettre en place une collaboration en permettant de réduire certaines limites impactant l'efficacité du travail de groupe (LoGiudice et al., 2015).

Les trois marqueurs de la réussite académique seront évalués comme suit :

- Marqueurs cognitifs : l'acquisition des connaissances et l'engagement cognitif ont été utilisés car ce sont les deux marqueurs de la réussite académique les plus étudiés (Richardson et al., 2012). L'acquisition des connaissances sera évaluée à l'aide d'un test de connaissances avant et après le cours et l'engagement cognitif à l'aide d'une échelle de Likert (Raes et al., 2020).

- Marqueurs comportementaux : les interactions étudiant-enseignant et l'acceptation de la technologie ont été évaluées dans notre étude et correspondent à deux des variables les plus fréquemment évaluées pour ce type de marqueur (Huang et al., 2020, Krath et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021). L'interaction entre les étudiants et les enseignants, ici la participation des étudiants aux cours (David Strang, 2012), a été évaluée en mesurant le nombre d'interactions entre les étudiants et les enseignants pendant le cours et, l'acceptation de la technologie, en utilisant différentes échelles du modèle d'acceptation de la technologie (Raes et al., 2020 ; Venkatesh et Bala, 2008).
- Marqueurs affectifs : différentes échelles évaluant les émotions (plaisir, ennui, anxiété) ressenties pendant le cours par les étudiants ont été utilisées (Pekrun et al., 2017).

Matériels et méthodes

Participants et cours

Les participants étaient des étudiants en deuxième (n = 24, Moyenne Âge = 19,8 [1.3] ; Femme = 12) et troisième année (n = 38, Moyenne Âge = 20.6 [1.5] ; Femme = 24) de licence de sciences cognitives, ainsi que des étudiants en licence de pharmacie (n = 36, Moyenne Âge = 23.2 [4.5] ; Femme = 26). Tous les étudiants ont suivi les cours lors du premier semestre de la période scolaire 2022-2023 à l'Université de Bordeaux.

Tous les étudiants (à l'exception de 3) avaient déjà utilisé l'application Wooclap pendant leurs études avant la mise en place de ce protocole (la moyenne est de 5 utilisations en cours), ce qui minimise le biais de nouveauté.

Pour chaque enseignement, notre protocole a été appliqué et les données ont été analysées pour un des cours, d'une durée comprise entre 1h30 et 2h30. Le protocole n'a jamais été appliqué aux premiers cours du semestre, afin d'éviter la découverte du cours et du professeur par les étudiants. Ce travail de recherche a été approuvé par le comité d'éthique du CHU de Bordeaux.

Groupes de de quiz gamifiés : modalités actifs/passifs et collaboratifs/individuels

Afin de comparer l'effet des deux éléments du jeu, le mode d'interaction (actif/passif) et le mode de collaboration (individuel/collaboratif), les étudiants ont été répartis au hasard en 4 groupes : quiz individuel (individuel actif), quiz collaboratif (collaboratif actif), auto-explication individuelle (individuelle passif), auto-explication collaborative (collaboratif passif). Les

étudiants ont suivi le même contenu de cours en même temps et n'étaient pas au courant des conditions des étudiants des autres groupes.

La différence entre les 4 groupes est que chaque groupe a participé à une activité gamifiée différente au milieu de la session de cours via l'application Wooclap, qui permet aux étudiants de participer à des activités gamifiées via leur téléphone. Wooclap a été choisi plutôt que d'autres outils, tels que Kahoot, car l'Université de Bordeaux possède un abonnement pour cet outil à destination du personnel enseignant de l'Université.

Afin d'évaluer la modalité active/passive, les étudiants des groupes quiz actifs ont répondu sur leur téléphone à 4 questions à choix multiples, chacune avec 4 modalités de réponse possibles. Pour les activités d'auto-explication passive, les étudiants ont été encouragés à réfléchir à 4 affirmations ayant le même contenu que les quiz, avec pour tâche de s'auto-expliquer leur véracité ou leur fausseté, mais ne répondaient rien sur leur téléphone.

Afin d'évaluer la modalité collaborative/individuelle, les étudiants de la modalité individuelle ont participé seuls à l'activité (quiz ou auto-explication), c'est-à-dire qu'ils ont répondu seuls à la question ou réfléchi seuls à l'énoncé. Les étudiants de la modalité collaborative ont été mis en binôme pour réaliser l'activité.

Sachant que pour que la collaboration ait un effet sur l'efficacité de l'apprentissage, il faut d'abord permettre une phase de réflexion individuelle (LoGiudice et al., 2015), chaque question/énoncé a été présenté de la manière suivante :

1. Une présentation initiale de la question/énoncé avec une première réponse/réflexion individuelle (45 sec par question/énoncé).
2. Une deuxième présentation de la question/énoncé, avec des échanges cette fois par binôme pour les étudiants concernés (groupes collaboratifs), sans échanges pour les autres (groupes individuels, phase donc identique à la précédente) (1 min)
3. Une phase de réponse/réflexion finale individuelle (45 sec)
4. Un retour d'information de l'enseignant sur les bonnes réponses et les bons raisonnements

Au total, chaque activité durait en moyenne entre 10 et 12 minutes.

Échelles utilisées

Dans cet article nous nous sommes intéressés aux marqueurs de la réussite suivants :

- Marqueurs cognitifs : performance académique (score d'acquisition de connaissances) et engagement cognitif. L'acquisition des connaissances a été mesurée par un post-test à la fin de

la session de cours en faisant une comparaison avec un niveau de base mesuré lors d'un pré-test une semaine avant la session de cours. Deux niveaux d'acquisition des connaissances ont été mesurés : le contenu testé (les concepts du cours renforcés pendant le quiz ou l'activité d'auto-explication⁴⁴) et le contenu non testé (concepts du cours non renforcés pendant le quiz ou l'activité d'auto-explication⁴⁵) à l'aide de 8 questions à choix multiples sur le cours (4 sur le contenu testé, 4 sur le contenu non testé). Les questions du pré-test et du post-test étaient identiques.

L'engagement cognitif a également été mesuré à l'aide d'une méthode identique à celle de Raes et al. (2020). À quatre moments du cours (début de la session, avant l'activité Wooclap, après l'activité Wooclap, à la fin de la session), la question suivante a été posée aux étudiants : "À quel point êtes-vous engagé maintenant ?". Les réponses ont été recueillies sur une échelle allant de 1, "Pas du tout", à 7, "Très fortement", via un livret distribué aux étudiants en début de session qu'ils devaient compléter. Une moyenne des mesures des quatre différents moments a été calculée.

- Marqueurs comportementaux : interactions étudiant-enseignant (score total), attitudes envers la technologie, perception de facilité d'utilisation, intention d'utilisation, et facilité d'utilisation. Pour les interactions, les étudiants devaient remplir une grille d'évaluation (présente sur le livret) pour chacune de leurs interactions. Les échelles issues du modèle TAM (utilité perçue, attitude envers la technologie, facilité d'utilisation perçue, intention d'utilisation) (Raes et al., 2020 ; Venkatesh et Bala, 2008) étaient remplies à la fin du cours après la mesure de l'acquisition de connaissances (sur le livret).

- Marqueurs affectifs : émotions (plaisir, ennui, anxiété). Ces trois émotions ont été mesurées (échelle allant de 1 = "pas du tout" à 7 = "très fortement") aux 4 différents moments (début de la session, avant l'activité Wooclap, après l'activité Wooclap, à la fin de la session) du cours via le livret distribué aux étudiants. Pour chaque émotion, un score moyen a été calculé, via une moyenne des mesures des quatre différents moments.

⁴⁴ C'est-à-dire le contenu du cours qui faisait l'objet de questions pendant l'activité, et qui était donc réétudié par l'étudiant puisque re-traité lors de cette activité.

⁴⁵ C'est-à-dire le contenu du cours qui avait été vu pendant le cours mais qui ne faisait pas l'objet de questions pendant l'activité. Certains auteurs ont souligné que les quiz pourraient également renforcer ce type de contenu, quand bien même ce dernier n'est pas traité durant le quiz (Yang *et al.*, 2021).

Procédure

Une semaine avant la session de cours, les étudiants ont rempli des questionnaires de consentement et ont fait le pré-test pour évaluer leur niveau de connaissance de base sur le cours.

Le jour de la session de cours, à leur arrivée dans la salle de classe, les étudiants ont tiré au sort leur répartition dans l'un des quatre groupes (actif individuel, actif collaboratif, passif individuel, passif collaboratif). Chaque étudiant a reçu un livret contenant les instructions pour la session. Il leur a ensuite été demandé d'indiquer, pour la première fois, leur niveau d'engagement, de plaisir, d'ennui et d'anxiété. La leçon a ensuite commencé comme à l'habituel. Au milieu du cours, les étudiants ont participé à l'activité gamifiée via l'application Wooclap en fonction de leur groupe (actif/passif et collaboratif/individuel). Avant et après la fin de l'activité, ils ont été invités à remplir à nouveau les échelles d'engagement, de plaisir, d'ennui et d'anxiété. Le cours a ensuite repris son déroulement habituel.

À la fin du cours, les étudiants ont rempli, pour la dernière fois, les échelles d'engagement cognitif, de plaisir, d'ennui et d'anxiété, puis ont été invités à remplir le post-test sur l'acquisition des connaissances et les échelles TAM. Le protocole est présenté à la figure 7.1.

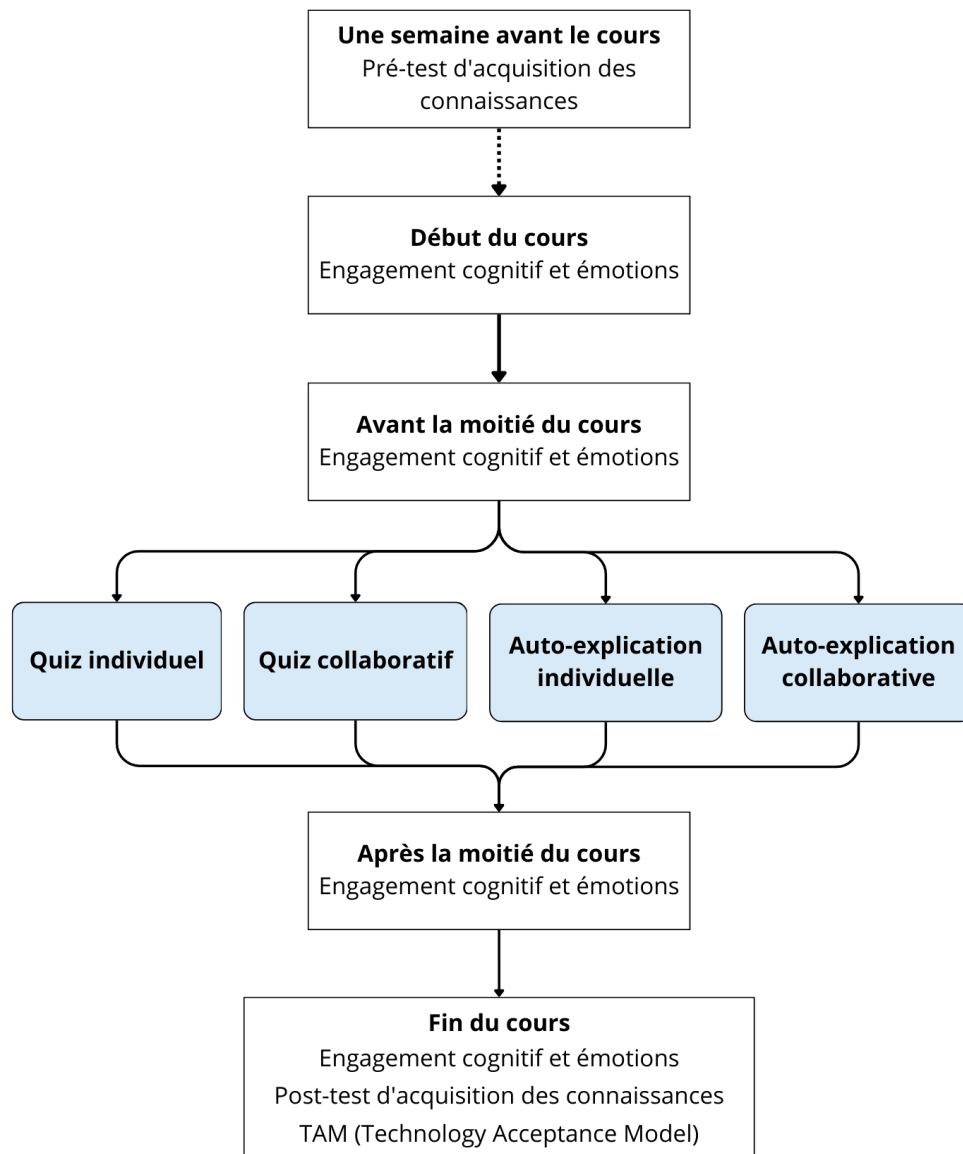


Figure 7.1 : Déroulement du protocole.

Analyses des données

Pour analyser les résultats en fonction du mode d'interaction (actif/passif) et du mode de collaboration (collaboratif/individuel), nous avons effectué des ANOVA à deux facteurs à l'aide du logiciel Jamovi, version 2.3.21.0.

Résultats

La moyenne et l'écart-type de nos différents marqueurs de la réussite académique en fonction du mode d'interaction (actif/passif) et du mode de collaboration (individuel/collaboratif) sont présentés dans le Tableau 7.1.

	Actif individuel (Quiz Individuel) (n =22)	Actif collaboratif (Qui collaboratif) (n=26)	Passif individuel (Auto-explication individuel) (n=22)	Passif collaborative (Auto-explication collaboratif) (n=24)
Marqueurs cognitifs				
Engagement cognitif	4.35 [1.32]	4.60 [1.27]	4.55 [1.15]	4.73 [0.93]
Pre-test contenu testé	1.31[0.86]	1.27 [1.03]	1.48 [1.03]	1.72 [1.25]
Post-test contenu testé	3.63 [0.53]	3.76 [0.63]	3.00 [0.98]	3.50 [0.70]
Pre-test contenu non testé	1.00[0.53]	0.95 [0.80]	1.16 [1.08]	1.35 [2.05]
Post-test contenu non testé	1.55 [0.94]	1.45 [0.97]	1.60 [0.66]	1.70 [1.15]
Marqueurs affectifs				
Plaisir	4.61 [1.35]	4.76 [1.47]	4.65 [1.21]	5.10 [1.23]
Ennui	3.01 [1.24]	2.52 [1.23]	3.20 [1.31]	2.59 [1.08]
Anxiété	1.43 [0.99]	1.43 [1.19]	1.55 [0.98]	1.26 [0.48]
Marqueurs comportementaux				
Interactions	0.71 [1.38]	1.04 [1.67]	0.46 [0.96]	0.22 [0.52]
Intention d'utilisation	5.86 [1.24]	6.04 [0.88]	5.07 [1.53]	5.07 [1.97]
Facilité d'utilisation perçue	3.22 [0.47]	3.07 [0.21]	3.14 [0.42]	3.16 [0.31]
Attitude envers la technologie	5.59 [1.13]	5.58 [1.37]	4.83 [1.45]	4.70 [1.82]
Utilité perçue	4.70 [1.52]	4.86 [1.29]	4.15 [1.17]	3.91 [1.64]

Tableau 7.1: Moyennes et écarts types pour chaque groupe.

Marqueurs cognitifs

Des ANOVA à deux facteurs (chaque facteur avec deux modalités), le mode d'interaction (actif/passif) et le mode de collaboration (individuel/collaboratif) ont été menées sur l'acquisition de connaissances du contenu testé (concepts du cours renforcés pendant le quiz ou l'activité d'auto-explication), l'acquisition de connaissances du contenu non testé (concepts du cours non renforcés pendant le quiz ou l'activité d'auto-explication) et l'engagement cognitif (engagement pendant le cours).

En ce qui concerne l'acquisition des connaissances, nous avons commencé par nous assurer que les participants des différents groupes débutaient avec des niveaux de connaissances similaires. Pour ce faire, nous avons réalisé une ANOVA à deux facteurs uniquement sur le score d'acquisition des connaissances. L'ANOVA à deux facteurs n'a révélé aucune différence de connaissances entre les groupes dans la phase de pré-test (mode d'interaction : $F(1,87) = 4,12$, $p > 0,05$; mode de collaboration : $F(1,87) = 1,20$, $p > 0,05$; interaction entre modes d'interaction et collaboration : $F(1,87) = 1,74$, $p > 0,05$).

En post test, en ce qui concerne le contenu renforcé pendant l'activité (quiz ou auto-explication) l'ANOVA à deux facteurs a révélé un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,87) = 8,23$, $p = 0,01$), aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 1,37$, $p = 0,246$) et également une interaction entre le mode d'interaction et le mode de collaboration ($F(1,87) = 4,25$, $p = 0,04$). Ces résultats indiquent que les quiz gamifiés actifs permettent une meilleure acquisition des connaissances du contenu renforcé que l'activité passive, et que cet effet est renforcé lorsque les quiz gamifiés sont réalisés en collaboration.

Enfin, en ce qui concerne le contenu non renforcé par l'activité, l'ANOVA à deux facteurs n'a révélé aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,02$, $p = 0,99$), du mode d'interaction ($F(1,87) = 0,52$, $p = 0,47$) et aucune interaction significative entre le mode d'interaction et le mode de collaboration ($F(1,87) = 0,26$, $p = 0,61$).

Pour l'engagement cognitif, l'ANOVA à deux facteurs n'a révélé aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,78$, $p = 0,38$), du mode d'interaction ($F(1,87) = 0,44$, $p = 0,51$) et de l'interaction entre le mode de collaboration et le mode d'interaction ($F(1,87) = 0,02$, $p = 0,90$).

Marqueurs affectifs

Des ANOVA à deux facteurs à deux modalités, le mode d'interaction (actif/passif) et le mode de collaboration (individuel/collaboratif) ont été menées sur les émotions (plaisir, anxiété et ennui).

L'ANOVA à deux facteurs a révélé :

- Un effet significatif du mode de collaboration sur l'ennui ($F(1,87) = 6,98, p = 0,03$) et aucun effet significatif sur le plaisir ($F(1,87) = 2,06, p = 0,28$) et l'anxiété ($F(1,87) = 9,47, p = 0,48$).
 - Aucun effet significatif du mode d'interaction sur le plaisir ($F(1,87) = 2,06, p = 0,28$), l'anxiété ($F(1,87) = 0,82, p = 0,49$) et l'ennui ($F(1,87) = 0,39, p = 0,61$).
 - Aucune interaction significative entre les modes d'interaction et de collaboration (plaisir ($F(1,87) = 0,47, p = 0,60$) ; anxiété ($F(1,87) = 0,47, p = 0,48$) ; ennui ($F(1,87) = 0,08, p = 0,81$)).
- Ainsi, le mode collaboratif réduit l'ennui ressenti par les étudiants pendant le cours par rapport au mode individuel.

Marqueurs comportementaux

Des ANOVA à deux facteurs à deux modalités, le mode d'interaction (actif/passif) et le mode de collaboration (individuel/collaboratif) ont été menées sur les interactions étudiant-enseignant et les échelles d'acceptation de la technologie (Krath et al., 2021).

Pour les interactions étudiant-enseignant, l'ANOVA à deux facteurs a révélé un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,87) = 4,38, p = 0,04$), pas d'effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,03, p = 0,87$) et pas d'interaction significative entre les modes d'interaction et de collaboration ($F(1,87) = 1,18, p = 0,28$). Il y a donc eu plus d'interactions étudiant-enseignant en mode actif qu'en mode passif.

Pour l'échelle de l'utilité perçue, l'ANOVA à deux facteurs a révélé un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,87) = 6,51, p = 0,01$), aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,02, p = 0,89$) et pas d'interaction significative entre le mode de collaboration et le mode d'interaction ($F(1,87) = 0,47, p = 0,50$). Ainsi, l'utilité perçue de l'application gamifiée est meilleure en mode actif qu'en mode passif.

Pour l'échelle de la facilité d'utilisation perçue, l'ANOVA à deux facteurs n'a révélé aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,76, p = 0,39$), du mode d'interaction ($F(1,87) = 0,02, p = 0,99$) et de l'interaction entre les modes de collaboration et d'interaction ($F(1,90) = 1,34, p = 0,25$).

Pour l'échelle de l'attitude envers la technologie, l'ANOVA à deux facteurs a révélé un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,87) = 7,30, p = 0,00$), aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,05, p = 0,81$) et pas d'interaction significative entre les modes d'interaction et de collaboration ($F(1,87) = 0,05, p = 0,83$). Ainsi, l'attitude envers l'application gamifiée est plus positive en mode actif qu'en mode passif.

Enfin, pour l'échelle de l'intention d'utilisation, l'ANOVA à deux facteurs a révélé un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,87) = 9,10, p = 0,00$), aucun effet significatif du mode de collaboration ($F(1,87) = 0,05, p = 0,83$) et pas d'interaction significative entre les modes d'interaction et de collaboration ($F(1,87)=0,14, p=0,70$).

Ainsi, l'intention d'utiliser l'application gamifiée est plus élevée en mode actif qu'en mode passif.

Discussion

Alors qu'un nombre croissant d'enseignants universitaires utilisent des quiz gamifiés dans le but de rendre leurs cours plus attrayants et engageants, ainsi que de renforcer l'acquisition de connaissances de leurs étudiants (Wang et Tahir, 2020), notre travail visait à identifier les éléments de jeu spécifiques qui pourraient répondre à ces objectifs. Plus précisément, l'objectif de notre travail était de permettre une meilleure compréhension de l'effet de deux éléments de jeu dans les quiz gamifiés, la capacité d'interagir activement avec l'application de quiz (actif/passif) et la capacité de collaborer ou non entre les étudiants (individuel/collaboratif), sur les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances, engagement cognitif), comportementaux (interactions étudiants-enseignants, acceptation de la technologie) et affectifs (émotions) de la réussite académique.

Nos résultats ont mis en évidence trois points centraux : 1) Le mode d'interaction actif améliore les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances) et comportementaux (interactions étudiant-enseignant, acceptation de la technologie) ; 2) La collaboration améliore les marqueurs affectifs (réduction de l'ennui) ; 3) La collaboration augmente l'effet du mode actif sur les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances).

Nos travaux ont révélé que l'interaction active avec une application de quiz est significativement plus efficace que l'interaction passive pour l'amélioration de l'acquisition de connaissances, ce qui n'avait pas été démontré auparavant dans les quiz gamifiés. De plus, notre protocole a

strictement comparé des étudiants qui répondent à des quiz sur une application mobile (modalité active/quiz) à des étudiants qui sont exposés au même contenu de quiz mais n'y répondent pas (modalité passive/auto-explication), alors que toutes les études antérieures ont comparé l'application de quiz uniquement à d'autres types d'activités gamifiées (Douligeris et al., 2018 ; Wang, 2019), à d'autres quiz non gamifiés (Wang et al., 2016) ou n'ont pas utilisé de groupe témoin (Iwamoto et al., 2017 ; Medina et Hurtado, 2017 ; Pechenkina et al., 2017). L'efficacité de cet élément de jeu pourrait également expliquer les résultats portant sur l'impact des applications tactiles et de l'éducation mobile ("mobile learning" ou "m-learning" en anglais) sur l'acquisition des connaissances. En effet, certaines études et méta-analyses récentes ont montré que l'écran tactile améliore l'apprentissage des enfants, en particulier à mesure que les enfants grandissent (Hwang et al., 2013 ; Taherian Kalati et Kim, 2022 ; Xie et al., 2018). De plus, un certain nombre de méta-analyses récentes ont également montré l'effet de l'apprentissage mobile, c'est-à-dire l'apprentissage actif impliquant l'utilisation d'applications sur des smartphones tactiles. Cette forme d'apprentissage conduit à de meilleurs résultats en comparaison à l'enseignement sans ce type d'outil, et ce, de l'école primaire à l'Université et dans différents domaines d'études (Kim et Park, 2019 ; Talan, 2020 ; Tlili et al., 2024).

En plus d'avoir un effet sur les marqueurs cognitifs, le mode d'interaction actif est également associé à une amélioration des marqueurs comportementaux (interactions étudiant-enseignant, acceptation de la technologie). Les étudiants qui répondent activement aux quiz via l'application à écran tactile ont plus d'interactions étudiant-enseignant que les étudiants exposés au même contenu de quiz mais n'y répondant pas. Nos résultats montrent donc que l'intégration d'un élément de jeu actif dans un quiz gamifié améliore l'interaction étudiant-enseignant de façon globale durant la séance de cours. Ces résultats sont importants d'un point de vue éducatif, car de nombreuses études ont montré qu'un niveau élevé d'interactions étudiant-enseignant améliorerait la motivation des élèves, la pensée critique, les compétences en communication, les interactions de groupe, etc., avec pour effet une meilleure acquisition de connaissances et de meilleures notes (Rocca, 2010 ; Yu et al., 2020).

Nous avons également montré l'importance des interactions dans nos précédents travaux dans le chapitre portant sur l'apprentissage à distance synchrone (Chapitre 6). Ainsi, nous pourrions faire l'hypothèse (que nous n'avons pas testée dans la présente étude) que le mode actif dans les quiz gamifiés améliore l'acquisition des connaissances par l'intermédiaire de son impact sur

la participation (interaction étudiant-enseignant). Cette hypothèse pourrait être testée dans des travaux futurs, notamment en utilisant des modèles de médiation (Hayes, 2018).

Nos résultats ont également montré que la modalité d'interaction active entraînait de meilleurs scores sur les échelles d'utilité perçue, d'attitudes envers la technologie et d'intention d'utilisation. Cela signifie que les étudiants ont trouvé les quiz gamifiés actifs : 1) plus utiles pour leur apprentissage que l'activité passive ; 2) plus amusants, intéressants et stimulants ; 3) plus importants à mettre en place dans d'autres cours.

De nos jours, concevoir des technologies adaptées aux profils des utilisateurs est un enjeu de recherche majeur, notamment dans le domaine de l'éducation (Granić et Marangunić, 2019). Nos travaux montrent que l'interaction active améliore l'acceptation des quiz gamifiés, ce qui est un point important, car il a été démontré que lorsqu'une technologie est bien acceptée, les étudiants veulent l'utiliser plus fréquemment (Granić et Marangunić, 2019), ont une meilleure auto-efficacité (Hanham et al., 2021), plus de satisfaction d'apprentissage (Al-hawari et Mouakket, 2010 ; Nagy, 2018), plus de motivation d'apprentissage et une meilleure réussite académique (Hanham et al., 2021).

De plus, nos travaux ont montré qu'en plus d'augmenter l'acceptation de la technologie, le mode d'interaction actif augmente l'acquisition de connaissances et les interactions entre les étudiants, ce qui signifie que de futurs travaux pourraient, là encore, explorer les relations entre ces différentes de ces variables.

Nos résultats n'ont également démontré aucun effet direct de la collaboration sur l'acquisition de connaissances, ce qui est fréquemment le cas dans la littérature sur les quiz traditionnels (LoGiudice et al., 2015). De façon générale, de nombreux mécanismes peuvent expliquer l'absence d'effet de la collaboration dans la réalisation d'activités académiques, comme la notion de "passager clandestin" ("free riding", un étudiant contribue moins qu'une autre), les erreurs de contagion sociale (propagation de fausses informations d'un apprenant à un autre), l'inhibition collaborative (les réponses des étudiants sont inhibées par le fait de faire partie d'un groupe), le manque de compétences collaboratives (difficulté à accepter des points de vue opposés, à donner des explications élaborées, etc.) et l'amitié (sentiment qui empêche les étudiants de travailler sérieusement) (LoGiudice et al., 2015).

Certains de ces mécanismes ont été contrôlés dans notre protocole. Par exemple, des recherches ont montré que pour limiter les erreurs de contagion sociale et l'inhibition collaborative, les

étudiants doivent d'abord réfléchir aux questions de quiz individuellement avant d'en discuter de manière collaborative (LoGiudice et al., 2015), ce qui a été mis en place dans notre travail. Comme il a également été montré qu'un trop grand nombre d'étudiants dans un même groupe favorise les erreurs de contagion sociale et d'inhibition collaborative (LoGiudice et al., 2015), nos étudiants ont été regroupés en binôme et non dans des groupes plus grands. Enfin, pour minimiser l'effet de l'amitié, les étudiants ont également été assignés aléatoirement à leur groupe. Cependant, ces précautions ne nous ont pas permis d'obtenir un effet direct de la collaboration sur l'acquisition de connaissances, ce qui montre que des travaux futurs sont nécessaires pour mieux comprendre les situations qui mènent à une collaboration efficace pour ce marqueur de la réussite.

Même si nos résultats n'ont pas montré d'effet direct de la collaboration, ils montrent que la collaboration renforce l'effet du mode actif sur l'acquisition de connaissances. Ainsi, un effet de la collaboration apparaît de manière indirecte, uniquement lorsque les étudiants sont déjà activement engagés dans le quiz gamifié. Ce résultat est tout à fait cohérent avec les travaux antérieurs sur les stratégies d'engagement autres que les quiz, qui ont montré que la collaboration ne peut être efficace que si les étudiants sont déjà dans un mode d'engagement actif, nécessitant un niveau de traitement de l'information plus élevé qu'un mode d'engagement passif (Chi et Wylie, 2014). Cet effet du mode actif sur la collaboration s'explique notamment par une augmentation de certains comportements, comme les interactions en classe (Chi et Wylie, 2014), que nous retrouvons également dans notre étude (le mode actif augmentant les interactions étudiant-enseignant).

En plus d'un effet sur l'acquisition de connaissances, nos résultats ont également montré que la collaboration améliore un marqueur affectif, c'est-à-dire que les étudiants ont un score d'ennui réduit lorsqu'ils effectuent une activité collaborative par rapport à une activité individuelle. D'autres travaux se sont déjà concentrés sur les émotions ressenties, montrant une plus grande satisfaction chez les étudiants utilisant des quiz gamifiés par rapport aux activités non gamifiées (Hung, 2017). Notre travail se distingue des études précédentes en comparant deux situations gamifiées (quiz et auto-explication) et en montrant l'effet spécifique du rôle de la collaboration sur l'ennui. L'ennui est une émotion composée de sentiments plutôt négatifs, de désintérêt, de manque de stimulation et est plutôt désactivant, c'est-à-dire baissant l'engagement de l'étudiant dans son apprentissage (Pekrun et al., 2010 ; Vogel-Walcutt et al. 2012). Réduire l'ennui en classe est donc un enjeu académique important dans le contexte des

cours universitaires, notamment parce que de nombreuses études ont montré qu'un niveau d'ennui plus élevé en classe entraîne une acquisition de connaissances réduite, des notes plus basses, une motivation plus faible et des stratégies de révision moins efficaces (Tze et al., 2015).

Conclusion

En conclusion, les différents résultats de ce travail ont mis en évidence que les éléments de jeu actifs et collaboratifs sont efficaces dans les quiz gamifiés pour améliorer les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite académique. Plus précisément, nos résultats ont montré que l'interaction active avec l'application de quiz gamifié améliore l'acquisition des connaissances, les interactions étudiant-enseignant et l'acceptation de la technologie. De plus, la collaboration a réduit l'ennui des étudiants pendant le cours et a renforcé l'effet du mode actif sur l'acquisition des connaissances. Ces résultats encouragent donc les enseignants universitaires à introduire des quiz gamifiés actifs collaboratifs dans leurs cours afin d'améliorer les marqueurs académiques et la réussite de leurs étudiants.

Il est toutefois important de noter que ces résultats ont été obtenus auprès d'étudiants de deux disciplines différentes (sciences cognitives et pharmacologie), ce qui limite les interprétations à ces domaines d'étude. De futures études pourraient également tenter d'évaluer l'effet de ces éléments de jeu sur d'autres marqueurs cognitifs, comme l'acquisition de connaissances à long terme. Par ailleurs, il convient de veiller à ne pas systématiser la collaboration. En effet, certains étudiants aux profils particuliers, comme les étudiants avec TSA, rapportent fréquemment des difficultés à réaliser un travail en collaboration avec d'autres étudiants (McLeod et al., 2019 ; McPeake et al., 2023), et de nombreuses lignes directrices sur les pratiques pédagogiques universelles conseillent de laisser les étudiants choisir de participer individuellement ou collectivement aux différentes activités d'apprentissage (McKeon et al., 2013). Enfin, ce travail montre la pertinence d'évaluer l'impact spécifique de certains éléments de jeu et de mettre en place des méthodologies rigoureuses comparant l'effet de la présence ou de l'absence de ces éléments sur du matériel de cours strictement identiques (dans notre étude des questions/énoncés identiques sont utilisés dans des conditions active, passive, individuelle et collaborative). Il sera donc pertinent à l'avenir d'examiner l'impact spécifique d'autres éléments de jeu (ex : les avatars, les récompenses, le chronomètre, etc.) sur la réussite académique des étudiants universitaires.

Article n°5 : Améliorer l'enseignement de la pharmacologie : étude de l'efficacité de l'apprentissage par le jeu sérieux grâce à la simulation virtuelle

État de l'article

Accepté dans *Lecture Notes in Computer Science* en juillet 2024, publication en début d'année 2025 ("Enhancing pharmacology education: Investigating the efficacy of serious game-based learning through virtual simulation" - LARONZE Florian, DELSUC Solène, N'KAOUA Bernard)

Présenté à la *Human and Artificial Rationalities* (HAR 2024).

Introduction et rappel du contexte

L'objectif de cet article est d'étudier l'impact des dimensions actif/passif et immersive/non-immersive sur différents marqueurs de la réussite académique (acquisition de connaissances, charge cognitive, engagement, sentiment de présence, émotions, motivation) en situation d'apprentissage à distance asynchrone utilisant un jeu sérieux (laboratoire virtuel).

Cet article a été réalisé dans le cadre du stage de Master 2 de Sciences Cognitives et Ergonomie de Solène DELSUC. Ce stage s'est déroulé au sein de l'entreprise Practeex (Bordeaux) qui a développé un jeu sérieux consistant en un laboratoire virtuel permettant de réaliser des cours/TP, notamment de pharmacologie, à destination d'étudiants en 1ère année.

J'ai pour ma part contribué à l'encadrement de ce stage, dirigé par Bernard N'KAOUA, et notamment aux phases de création du protocole de recherche (cadre conceptuel théorique, ajout d'échelles – ex : émotions, traits de personnalité -, outils de création des questionnaires, méthode de recrutement, etc.), et d'analyses statistiques, ainsi qu'à la rédaction de l'article de recherche.

L'amélioration de l'enseignement de la pharmacologie par l'usage de la réalité virtuelle étant l'enjeu de ce stage, je vais tout d'abord contextualiser succinctement les enjeux spécifiques liés à cette discipline. De plus, les échelles utilisées seront de nouveau détaillées dans la mesure où elles diffèrent légèrement de celles utilisées dans les autres travaux de ma thèse.

Ce travail constituait une opportunité d'encadrement d'un stage de Master 2. Dans la mesure où j'ai participé activement à cet encadrement, et compte tenu du fait que le sujet est très proche de mon sujet de recherche, ce travail a donc été inclus dans ma thèse.

En France, dans l'enseignement supérieur, depuis la loi de février 2013, le recours aux animaux vertébrés est interdit (Journal officiel de la République Française - JORF -, 2013). Le Code civil et son article 515-14 reconnaissent désormais que les animaux sont des "des êtres vivants doués de sensibilité" (JORF, 2015). Par ailleurs, les États membres de l'Union européenne ont établi une directive concernant la protection des animaux, qui prévoit de limiter l'utilisation d'animaux à des fins scientifiques ou pédagogiques uniquement dans les cas où toutes les mesures visant à éviter une telle utilisation ont échoué. Cependant, pour certains domaines d'études comme la pharmacologie, les étudiants doivent être capables de réaliser des travaux pratiques impliquant des animaux afin de comprendre et d'acquérir certaines connaissances théoriques et pratiques (Dewhurst et Ward, 2014). Dans ce cadre, les jeux sérieux ("serious games"), dont les versions en réalité virtuelle à des fins pédagogiques sont également appelées "environnement virtuel à visée éducative" (EVE), donnent aux étudiants l'accès à des environnements comme les laboratoires virtuels qui simulent des travaux pratiques et théoriques impliquant des animaux.

La plupart des méta-analyses récentes ont montré que les étudiants apprenant avec des EVE ont tendance à avoir de meilleurs marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances), comportementaux et affectifs de la réussite académique comparés aux groupes témoins avec un apprentissage traditionnel (Merchant et al., 2014 ; Vlachopoulos et Makri, 2017 ; Yu et al., 2021 ; Zhao et al., 2020).

Cependant, bien que les méta-analyses permettent de tirer des conclusions globales des effets des EVE sur les marqueurs académiques cognitifs, affectifs et comportementaux, il est là encore, important de noter qu'il existe une grande variabilité d'efficacité de ces environnements, compte tenu : 1) de la grande variété d'environnements différents existants (Merchant et al., 2014) ; 2) de la grande variabilité en termes de technologies (et donc de niveaux d'immersion et de sentiments de présence), pouvant impacter différemment la charge cognitive et la motivation (Mikropoulos et Natsis, 2011 ; Poupard et al., 2024) ; 3) de la variabilité des disciplines, des niveaux d'études, des types de jeux, etc., étudiés (Lamb et al., 2018 ; Lampropoulos et Kinshuk, 2024).

Ainsi, peu d'études ont été menées dans le domaine de la pharmacologie et les recherches publiées sont encore rares (Chang et al., 2015 ; Dabbous et al., 2023). Lancaster et al., (2014) ont montré une augmentation significative des connaissances des étudiants (n = 79) utilisant un EVE portant sur l'analgésie contrôlée par le patient (capacités à reconnaître les signes et les symptômes d'une surdose d'opioïdes). Les étudiants étaient satisfaits et confiants lorsqu'ils s'engageaient réellement dans cette activité. Cheesman et al. (2014) ont étudié l'effet d'un EVE portant sur l'amélioration de l'acquisition des connaissances et des compétences pratiques en laboratoire et le transfert de ces compétences dans des conditions réelles dans un cours de pharmacologie de deuxième année (n = 233). Les résultats ont montré une augmentation de la confiance des étudiants dans leur capacité à réaliser en condition réelle les manipulations apprises en virtuel ainsi qu'une diminution significative du temps moyen d'achèvement de ces manipulations. Cependant, aucun effet de l'EVE n'a été constaté sur l'acquisition des connaissances. Abdel Haleem et al. (2023) ont étudié les perceptions des étudiants en médecine (n = 60) sur la capacité d'un EVE à améliorer leur apprentissage en pharmacologie. Seulement la moitié des étudiants ont répondu que ce système leur était utile pour faciliter leur pratique en conditions réelles et acquérir des connaissances théoriques. Ainsi, les effets des EVE sur les différents marqueurs de la réussite académique en pharmacologie sont très divers et nécessitent d'être explorés plus en profondeur.

Pour rappel, si les recherches sur l'efficacité des serious game ont longtemps étudiés ces systèmes dans leur globalité, la "Théorie de l'apprentissage gamifié" de Landers (2014) souligne l'importance d'étudier spécifiquement chaque élément de jeu pouvant être présent dans un jeu sérieux afin d'en préciser l'efficacité sur les marqueurs comportementaux, affectifs et cognitifs. Dans le cas des EVE et notamment des laboratoires virtuels, les deux éléments centraux du jeu sont : 1) l'effet de l'environnement virtuel en lui-même, comparé à un matériel d'apprentissage plus traditionnel (ex : diaporama avec vidéos et texte, lecture de texte, vidéos), sur les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs ; 2) l'effet d'être actif, c'est-à-dire d'interagir avec les différents éléments de l'environnement virtuel (comparé à la condition passive), sur les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs.

Cependant, alors que les travaux actuels sur les EVE en pharmacologie ont déjà des limites méthodologiques liées à l'absence récurrente de groupes témoins (Abdel Haleem et al., 2023 ; Cheesman et al., 2014 ; Lancaster et al., 2014) aucun travail (à notre connaissance) n'a étudié

les effets spécifiques de l'environnement et de l'interactivité sur les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs dans de domaine de recherche.

Dans ce contexte, l'objectif de ce présent travail est de mieux comprendre le rôle d'un EVE dans la formation des étudiants suivant des cours en pharmacologie. Pour cela, nous avons étudié les effets de l'environnement (virtuel/non virtuel⁴⁶) et de la capacité à interagir avec l'environnement (actif/passif) sur les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances, charge cognitive), comportementaux (engagement) et affectifs (motivation, émotions, sentiment de présence).

Nos hypothèses sont les suivantes :

H1 : L'environnement virtuel et l'interaction active conduisent à une acquisition de connaissances et à une charge cognitive intrinsèque supérieure en comparaison à un environnement non virtuel et à une interaction passive.

H2 : L'environnement virtuel et l'interaction active conduisent à un engagement plus élevé que l'environnement non virtuel et l'interaction passive.

H3 : L'environnement virtuel et l'interaction active conduisent à une motivation plus élevée, à des émotions positives plus élevées et à moins d'émotions négatives que l'environnement non virtuel et l'interaction passive.

Matériels et méthodes

Participants et cours

Les participants ont été recrutés via des mails envoyés aux secrétariats des cursus proposant des cours liés à la pharmacologie (Pharmacie et première année de médecine : PASS) ou présentant une option "Licence Accès Santé" (LAS) dans toutes les filières d'études des Universités de Bordeaux, Besançon, Aix-Marseille, Poitiers, Nantes, Strasbourg et Amiens (France).

⁴⁶ Dans cet article, le terme virtuel fait référence à la notion d'immersion, et non virtuel à l'absence d'immersion. Les termes "virtuel" et "non virtuel" ont cependant été préférés par les reviewers.

Au total, 46 étudiants (19 hommes, 25 femmes et 2 non-réponses) de première année de licence ont participé à cette étude. Ces 46 étudiants avaient une moyenne d'âge de 19,6 ans. Parmi eux, 28 poursuivaient une licence en PASS, 16 en Pharmacie, 2 dans d'autres domaines. Tous les participants ont été répartis aléatoirement dans chaque groupe (actif virtuel = 13 ; passif virtuel = 10 ; actif non virtuel = 13 ; passif non virtuel = 10). Les étudiants suivaient le cours détaillé ci-dessous à distance asynchrone, c'est à dire depuis chez eux et quand ils le souhaitaient.

Contenu du cours et modalités des variables

Le contenu du cours testé dans ce travail est un cours théorique et pratique de première année d'Université axé sur l'altération des récepteurs GABAA (acronyme de l'acide γ -aminobutyrique) et comprend la mise en œuvre de 3 expériences : une expérience d'observation et de comptage des comportements de souris placées dans un labyrinthe, une expérience de chronométrage du réflexe de redressement de souris et une expérience de chronométrage de l'éveil de souris.

Méthodologiquement, notre travail comporte 2 variables indépendantes, avec 2 modalités correspondant aux deux éléments de jeu étudiés : type d'environnement (virtuel/non virtuel) et mode d'interaction (actif/passif).

La modalité virtuelle désigne une condition en réalité virtuelle qui est une condition dynamique, réaliste, dans laquelle le participant est immergé dans un laboratoire virtuel dans lequel il peut se déplacer avec sa souris d'ordinateur pour réaliser différentes activités, déplacer l'angle de la caméra, etc.

La modalité non virtuelle désigne une condition diaporama, statique, dans laquelle seules des diapositives sont présentées, mais qui présente un contenu (textes, images, vidéo) similaire à la condition virtuelle.

Le mode d'interaction (actif/passif) fait référence à la capacité d'interagir ou non avec l'environnement.

Notre travail comprend également 3 catégories de marqueurs de la réussite académique, chacune avec une ou plusieurs variables dépendantes sur lesquelles les effets des 2 variables indépendantes sont étudiés : les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances, charge cognitive), les marqueurs affectifs (motivation intrinsèque, plaisir, espoir, fierté, désespoir et ennui, sentiment de présence) et les marqueurs comportementaux (engagement).

Ainsi, afin d'évaluer l'effet des variables indépendantes sur les différentes variables dépendantes, le contenu du cours a été dupliqué à l'identique dans quatre modalités de présentation différentes qui ne variaient que sur les deux paramètres (virtuel/non virtuel et actif/passif) d'intérêt : un EVE (virtuel actif), un enregistrement de l'EVE (virtuel passif), un diaporama de cours interactif (non virtuel actif) et un enregistrement du diaporama de cours (non virtuel passif).

Ces quatre modalités de présentation correspondent aux quatre groupes dans lesquels nos participants sont répartis et vont être développées ci-dessous.

EVE (virtuel actif)

Pour la modalité virtuelle active, les participants devaient suivre un cours dans un EVE, à savoir un laboratoire virtuel, NeuroLabo, conçu et développé par la société Practeex (voir Figure 7.2). Dans ce laboratoire virtuel, les participants devaient : visionner un PPT comportant le contenu du cours, répondre à des quiz, déplacer des post-its pour ordonner des étapes d'un protocole expérimental, sélectionner un équipement de protection individuelle, assembler les groupes de souris qu'ils souhaitaient observer et réaliser trois expériences interactives (qui comprenaient pour chaque expérience le choix de la seringue, de la dose de produit à injecter et l'observation des comportements). À chaque étape, plusieurs choix étaient présentés aux participants et ces derniers devaient trouver la bonne réponse (la progression dans la simulation était conditionnée par les bonnes réponses). L'ensemble de la session durait environ 40 minutes.

L'EVE utilisé dans ce travail est un environnement virtuel sur ordinateur ("Desktop-based virtual reality" en anglais) n'impliquant donc pas l'utilisation d'un casque de réalité virtuelle. Nous reviendrons sur ce point en discussion.

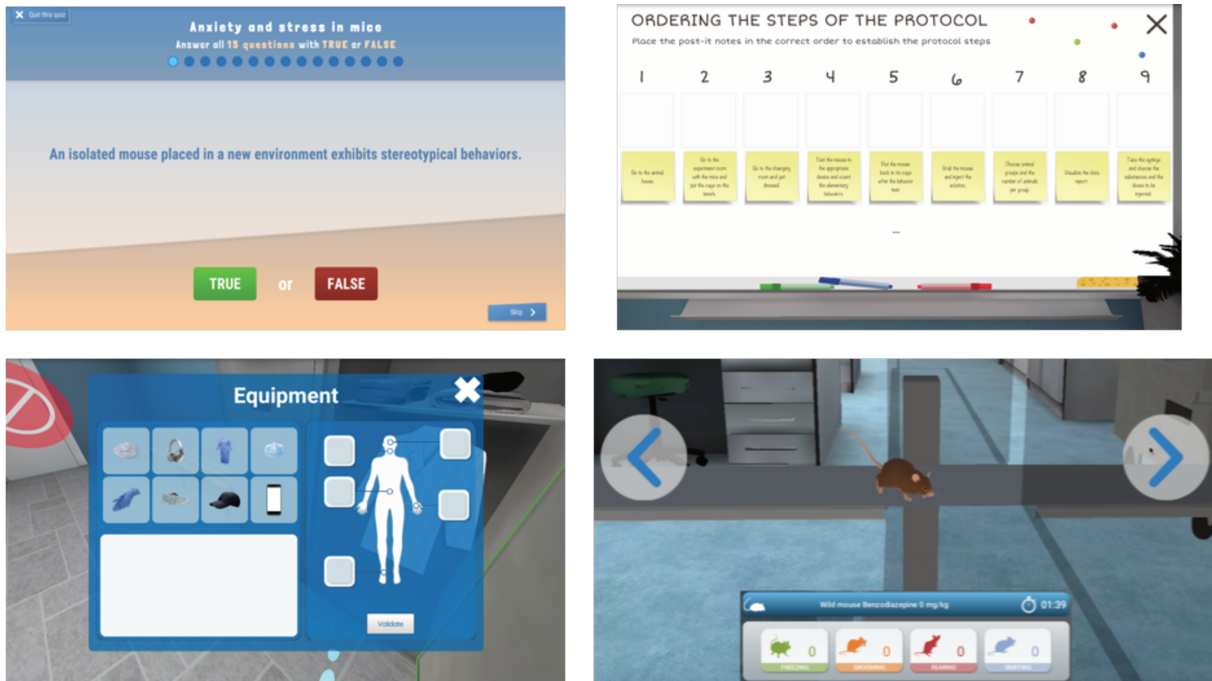


Figure 7.2 : Captures d'écran du NeuroLabo. En haut à gauche : Dans le laboratoire virtuel, les participants devaient répondre à un quiz en lien avec la thématique du laboratoire virtuel, ici sur l'expérimentation animale et les comportements des souris (dans cet exemple, la question du quiz demande au participant si une souris placée dans un nouvel environnement présente des comportements stéréotypés : la bonne réponse était "faux"). En haut à droite : Dans le bureau du laboratoire virtuel, les participants devaient déplacer des post-its représentant les différentes étapes d'un protocole expérimental pour les mettre dans l'ordre. En bas à gauche : Dans le vestiaire du laboratoire virtuel, les participants devaient choisir l'équipement de protection individuelle approprié dans une liste pour pouvoir entrer dans le laboratoire. En bas à droite : Expérience d'observation des comportements des souris dans un labyrinthe ; la souris modélisée est placée dans un labyrinthe transparent pour observer ses mouvements et comportements. Grâce aux boutons sur l'écran, les participants devaient compter le nombre de fois où chaque comportement se produisait (vert : se fige, orange : se toilette, rouge : se relève, bleu : renifle).

Enregistrement de l'EVE (passif virtuel)

Le contenu de ce mode passif virtuel est une vidéo de la modalité active virtuelle créée par l'enregistrement de l'écran d'une session fictive. Afin de maintenir l'effet quiz et l'apprentissage par essais-erreurs, des erreurs intentionnelles ont été conservées dans les différentes étapes. La vidéo durait environ 40 minutes.

Diaporama du cours actif (actif non virtuel)

Pour la modalité active non virtuelle, les participants devaient suivre un diaporama et répondre à des questions pour progresser dans celui-ci. Le contenu du diaporama reflétait à l'identique celui de la simulation : diaporama, quiz, sélection des étapes du protocole, choix des équipements de protection individuelle et vidéos de groupes de souris (voir Figure 7.3). La session durait environ 40 minutes.

Diaporama du cours passif (passif non virtuel)

Le contenu de cette modalité passive non virtuelle est une vidéo de la modalité active non virtuelle créée par l'enregistrement de l'écran d'une session fictive. Afin de maintenir l'effet quiz et l'apprentissage par essais-erreurs, des erreurs intentionnelles ont été conservées dans les différentes étapes. La vidéo durait environ 40 minutes.

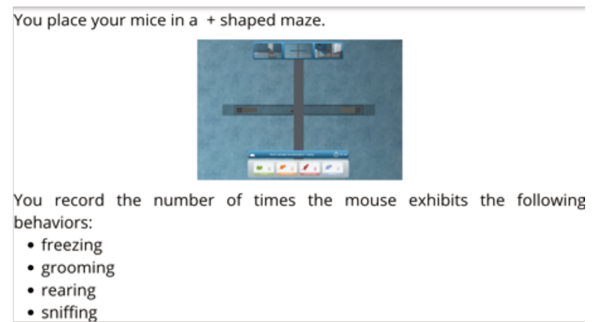
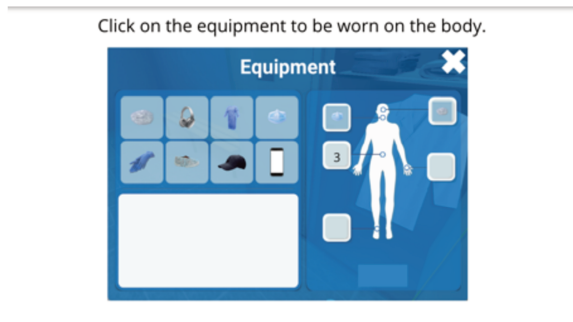
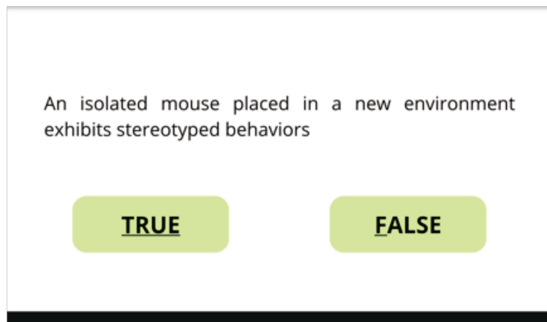


Figure 7.3 : Captures d'écran du diaporama. En haut à gauche : Version diaporama du quiz relatif à la thématique du labo virtuel, ici sur l'expérimentation animale et les comportements des souris, présents dans le laboratoire virtuel (dans cet exemple, la question du quiz demande au participant si une souris placée dans un nouvel environnement présente des comportements stéréotypés : la bonne réponse était "faux"). En haut à droite : Version diaporama des post-its représentant les différentes étapes du protocole expérimental que les participants devaient déplacer pour les mettre en ordre dans le bureau du labo virtuel. En bas à gauche : Version diaporama des étapes de sélection, choix de l'équipement de protection individuelle approprié dans une liste pour entrer dans le laboratoire virtuel. En bas à droite : Version diaporama de l'expérience d'observation du comportement animal dans un labyrinthe ; la souris modélisée est placée dans un labyrinthe transparent pour observer ses mouvements et ses comportements.

Procédure

Les participants qui ont accepté de prendre part à cette étude ont été répartis aléatoirement dans nos 4 groupes et ont dû compléter les 3 phases suivantes consécutivement depuis leur ordinateur.

Pendant la phase 1, les participants ont été invités à compléter le questionnaire de connaissances (pré-test).

Pendant la phase 2, les participants ont été assignés à l'un des quatre groupes : EVE (actif virtuel), enregistrement EVE (passif virtuel), diaporama de cours interactif (actif non virtuel), diaporama passif (passif non virtuel), et ont dû effectuer l'activité associée.

Enfin, pendant la phase 3, les participants ont été invités à répondre au même questionnaire de connaissances que dans la phase 1 (post-test). De plus, ils ont complété des échelles mesurant la charge cognitive, le sentiment de présence, l'engagement, les émotions et la motivation. Afin d'atténuer les effets de récence, de primauté et de fatigue (induite par la durée de l'expérience), l'ordre d'administration des différentes échelles était contrebalancé.

La procédure du protocole est illustrée dans la Figure 7.4.

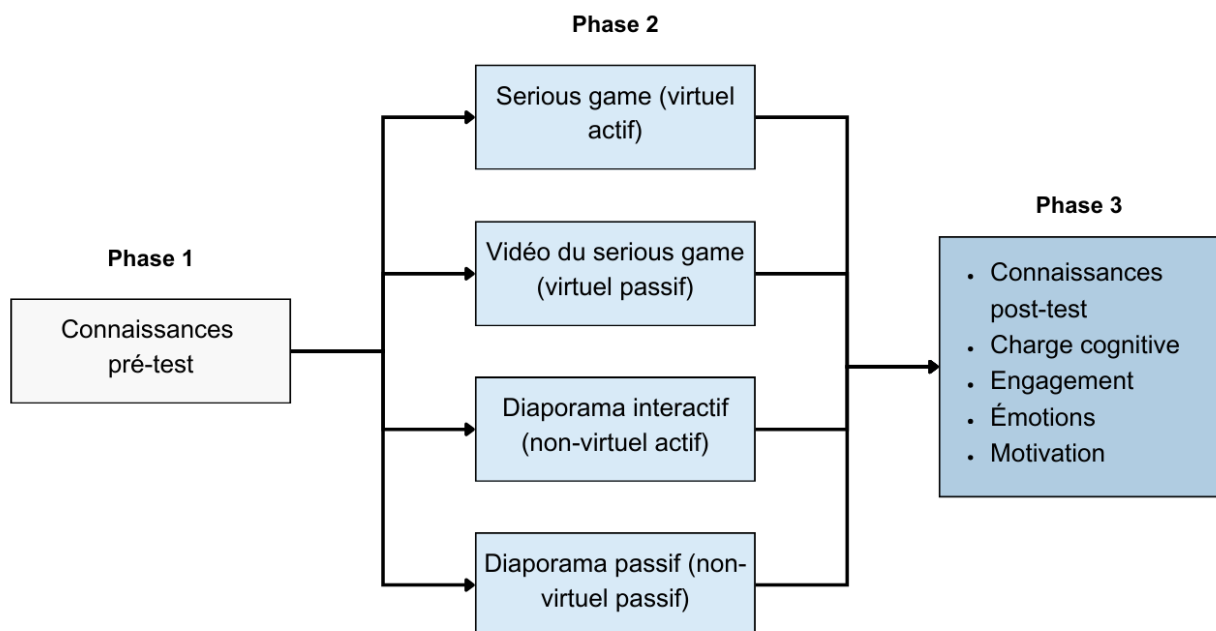


Figure 7.4 : Les différentes étapes de la procédure.

Échelles utilisées

Marqueurs cognitifs

Afin d'évaluer l'acquisition de connaissances, un QCM composé de 10 questions en lien avec le contenu du cours a été conçu. Les questions portaient sur divers aspects du cours : le contenu des diapositives, l'établissement du protocole expérimental, la mise en œuvre du protocole (création de groupes de souris, choix du matériel), ainsi que l'identification des comportements des souris. Pour l'analyse, les réponses des participants ont été converties en utilisant la notation suivante : toutes les bonnes réponses = 1 point, une erreur (omission ou mauvaise réponse) = 0,5 point, deux erreurs ou plus = 0 point. Par la suite, la différence entre les scores pré- et post- a été calculée pour établir un score correspondant à l'acquisition de connaissances.

La charge cognitive a été évaluée à l'aide de l'indice de charge cognitive (CLI) (Leppink, 2013) dans sa version adaptée et traduite en français par Fontaine *et al.* (2019). Le CLI est une échelle de mesure autodéclarée utilisée pour évaluer trois types de charge cognitive dans des contextes d'apprentissage. Ces trois types de charge cognitive sont : intrinsèque, extrinsèque et germane. Dans cette étude, nous nous sommes particulièrement intéressés à la charge cognitive intrinsèque qui correspond à la perception de la complexité de la tâche en elle-même (Fontaine *et al.*, 2019). L'échelle se compose de 10 items sur une échelle de Likert à 7 points (ex. : "Les sujets abordés lors de cette activité étaient complexes.").

Comme pour toutes les autres échelles (à l'exception de l'acquisition de connaissances), la charge cognitive n'a été évaluée qu'en post-test.

Marqueurs comportementaux

Pour mesurer l'engagement des participants, nous avons utilisé l'échelle d'engagement de l'utilisateur ("User Engagement Scale - Short Form", O'Brien et Toms, 2010) dans sa version réduite et traduite en français. Cette échelle se compose de 12 items (échelle de Likert à 5 points) et est divisée en quatre sous-échelles pour mesurer les attributs de l'engagement dans les contextes numériques : attention focalisée, utilisabilité perçue, attrait esthétique et récompense. Dans cette étude, nous nous sommes particulièrement intéressés à l'attention focalisée et à la récompense. L'attention focalisée correspond au "sentiment d'être absorbé par l'interaction et de perdre la notion du temps" (ex. : "Cette expérience m'a tellement absorbé que j'ai perdu la notion du temps."). La composante récompense correspond au "succès global

de l'interaction et à la volonté de l'utilisateur de recommander une application à d'autres ou de l'utiliser à l'avenir" (ex. : "Utiliser NeuroLabo en valait la peine").

Marqueurs affectifs

La motivation des participants a été évaluée à l'aide de la SIMS, une échelle de motivation situationnelle (Guay *et al.*, 2000) dans sa version française. L'échelle comprend 16 items (échelle de Likert à 7 points). La SIMS évalue la motivation intrinsèque, la régulation identifiée, la régulation externe et l'amotivation. Dans cette étude, nous nous sommes particulièrement intéressés à la motivation intrinsèque, qui évalue la motivation à réaliser une activité pour le plaisir que l'activité elle-même produit (ex. : "Je participe à cette activité parce qu'elle est vraiment agréable").

Pour évaluer les émotions, nous avons utilisé l'AEQ-S (Academic Emotions Questionnaire - Short version), en nous concentrant spécifiquement sur l'échelle liée aux émotions vécues en classe (Bieleke, 2021). L'AEQ-S est un questionnaire comportant des items (Likert à 5 points) couvrant des émotions telles que le plaisir, l'espoir, la fierté, la colère, l'anxiété, la honte, le désespoir et l'ennui. Cette échelle fournit ainsi une mesure beaucoup plus précise de ce que les étudiants ressentent pendant une expérience d'apprentissage, ce qui est moins le cas avec les échelles de satisfaction unidimensionnelles ordinaires (Pekrun *et al.*, 2009). Il s'agit d'une version récente réduite de l'AEQ traditionnelle utilisée dans les travaux précédents de cette thèse.

Le sentiment de présence a été évalué à l'aide de l'échelle de sentiment de présence de l'ITC - Sense of Presence Inventory (Lessiter, 2001) (voir Chapitre 5 - Méthodologie générale – pour plus de détails).

Résultats

Les moyennes et les écarts types des différents marqueurs de la réussite selon le type d'environnement (virtuel/non virtuel) et le mode d'interaction (actif/passif) sont présentés dans le Tableau 7.2.

	Virtuel actif	Virtuel Passif	Non-virtuel actif	Non-virtuel passif
Acquisition de connaissance (différence pré-post)	3.04 (SD= 2.99)	2.15 (SD= 2.19)	3.73 (SD= 2.06)	2.40 (SD= 2.88)
Charge cognitive intrinsèque	2.23 (SD= 1.24)	2.57 (SD= 0.66)	2.64 (SD= 0.96)	2.33 (SD= 1.1)
Motivation intrinsèque	5.94 (SD= 1.08)	4.42 (SD= 1.28)	4.50 (SD= 1.45)	3.40 SD= 1.78)
Plaisir	4.08 (SD= 1.12)	3.40 (SD= 0.56)	3.62 (SD= 1.04)	2.70 (SD= 1.57)
Espoir	5.69 (SD= 2.90)	4.30 (SD= 2.50)	4.69 (SD= 3.04)	2.60 (SD= 0.84)
Désespoir	1.69 (SD= 0.75)	1.50 (SD= 0.52)	1.85 (SD= 0.68)	2.50 (SD= 0.85)
Ennui	1.85 (SD= 0.98)	2.90 (SD= 1.10)	2.48 (SD= 1.27)	3.70 (SD= 1.42)
Fierté	3.38 (SD= 0.96)	2.70 (SD= 0.67)	3.15 (SD= 0.89)	2.30 (SD= 1.06)

Tableau 7.2 : Moyenne et écart type des différents marqueurs académiques selon le type d'environnement (virtuel/non virtuel) et le mode d'interaction (actif/passif).

Marqueurs cognitifs

En ce qui concerne l'acquisition des connaissances, nous nous sommes tout d'abord assurés que les participants des différents groupes débutaient avec des niveaux de connaissances similaires. Pour ce faire, nous avons effectué une ANOVA à deux facteurs uniquement sur le score d'acquisition des connaissances avec le type d'environnement (virtuel/non virtuel) et le mode d'interaction (actif/passif). L'ANOVA n'a révélé aucun effet significatif du type d'environnement ($F(1, 42) = 0,238, p = 0,6$), aucun effet significatif du mode d'interaction ($F(1,42) = 0,357, p = 0,5$) et une absence d'interaction significative entre les deux facteurs ($F(1,42) = 3,81, p = 0,9$). Ainsi, les résultats indiquent qu'il n'y avait pas de niveaux de connaissances significativement différents entre les groupes lors des pré-tests.

Ensuite, nous avons effectué des ANOVA à deux facteurs pour étudier les effets sur l'acquisition des connaissances et la charge cognitive intrinsèque en fonction des facteurs type d'environnement et mode d'interaction.

Pour l'acquisition des connaissances, l'ANOVA n'a révélé aucun effet significatif du type d'environnement ($F(1, 42) = 0,3819, p = 0,53$), un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,42) = 2,11, p = 0,04$), et pas d'interaction significative entre les deux facteurs ($F(1,42) = 0,08, p = 0,77$). Ainsi, les résultats montrent que l'acquisition des connaissances entre les pré et post-tests était influencée par le mode d'interaction dans la mesure où être actif conduisait à une meilleure acquisition des connaissances en comparaison avec le fait d'être passif.

Pour la charge cognitive, l'ANOVA à deux facteurs a indiqué qu'il n'y avait pas d'effet du type d'environnement ($F(1,42) = 0,6, p = 0,44$), pas d'effet du mode d'interaction ($F(1,42) = 0,28, p = 0,59$) et pas d'interaction entre les deux facteurs ($F(1,42) = 0,31, p = 0,57$). Ainsi, les résultats indiquent qu'il n'y avait pas de différence de charge cognitive intrinsèque entre les différentes activités induites par le type d'environnement ou le mode d'interaction.

Marqueurs comportementaux

Pour l'engagement (composante attention focalisée), l'ANOVA à deux facteurs a indiqué qu'il n'y avait pas d'effet significatif du type d'environnement ($F(1,42) = 0,93, p = 0,33$), un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,42) = 11,7, p = 0,001$) et pas d'interaction significative entre les deux facteurs ($F(1,42) = 0,14, p = 0,7$). Le groupe actif ($M = 2,96, ET = 1,08$) avait un niveau d'engagement (attention focalisée) plus élevé que le groupe passif ($M = 1,98, ET = 0,74$).

Concernant l'engagement (composante récompense) l'ANOVA à deux facteurs a indiqué qu'il y avait un effet significatif du type d'environnement ($F(1,42) = 5,8, p = 0,02$), un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,42) = 10,89, p = 0,002$) et pas d'interaction significative entre les deux facteurs ($F(1,42) = 0,05, p = 0,82$). Les groupes de modalité virtuelle ($M = 3,34, ET = 0,63$) et de modalité active ($M = 3,4, ET = 0,78$) avaient respectivement des niveaux d'engagement (récompense) plus élevés que le groupe non virtuel ($M = 2,81, ET = 0,97$) et le groupe passif ($M = 2,66, ET = 0,77$).

Marqueurs affectifs

Concernant la motivation intrinsèque, l'ANOVA à deux facteurs a indiqué un effet significatif du type d'environnement ($F(1,42) = 8,78, p = 0,005$), un effet significatif du mode d'interaction ($F(1,42) = 9,88, p = 0,003$) et pas d'interaction significative entre les deux facteurs ($F(1,42) = 0,251, p = 0,6$). Le score de motivation intrinsèque était significativement plus élevé pour la modalité virtuelle ($M = 5,28, ET = 1,37$) par rapport à la modalité non virtuelle ($M = 4,02, ET = 1,66$). C'était également le cas pour le mode d'interaction, où la modalité active donnait une motivation intrinsèque significativement plus élevée ($M = 5,22, ET = 1,45$) que la modalité passive ($M = 3,91, ET = 1,60$).

En ce qui concerne les émotions, l'ANOVA à deux facteurs a indiqué qu'il y avait un effet significatif du type d'environnement pour le désespoir ($F(1,42) = 7,36, p = 0,01$) et l'ennui ($F(1,42) = 3,96, p = 0,05$), et une forte tendance pour le plaisir ($F(1,42) = 3,05, p = 0,08$) et l'espoir ($F(1,42) = 3,15, p = 0,08$). L'ANOVA a également indiqué qu'il y avait un effet significatif du mode d'interaction sur le plaisir ($F(1,42) = 5,73, p = 0,021$), l'espoir ($F(1,42) = 5,25, p = 0,02$), la fierté ($F(1,42) = 8,03, p = 0,007$) et l'ennui ($F(1,42) = 10,4, p = 0,002$).

Aucune interaction significative entre les deux facteurs n'a été trouvée pour les différentes émotions.

Les effets du type d'environnement significatifs étaient dus au fait que l'environnement virtuel apporte moins de désespoir (virtuel : $M = 1,61, ET = 0,65$; non virtuel : $M = 2,13, ET = 0,8$), moins d'ennui (virtuel : $M = 2,23, ET = 1,15$; non virtuel : $M = 3, ET = 1,45$), plus de plaisir (virtuel : $M = 3,78, ET = 0,95$; non virtuel : $M = 3,22, ET = 1,35$) et plus d'espoir (virtuel : $M = 5,09, ET = 2,76$; non virtuel : $M = 3,78, ET = 2,54$), par rapport à l'environnement non virtuel. De plus, l'effet significatif du mode interactif est dû au fait que la modalité active apporte plus de plaisir (Actif : $M = 3,85, ET = 1,08$; Passif : $M = 3,05, ET = 1,19$), d'espoir (Actif : $M =$

5,19, ET = 2,95, ET = 1,08 ; Passif : M = 3,45, ET = 2,01), de fierté (Actif : M = 3,27, ET = 0,9 ; Passif : M = 2,5, ET = 0,88) et moins d'ennui (Actif : M = 2,15, ET = 1,16 ; Passif : M = 3,30, ET = 1,30) que la modalité passive.

Concernant le sentiment de présence, une erreur dans la transmission des questionnaires a fait que seuls les groupes virtuel actif et virtuel passif ont pu être comparés. Nous avons donc effectué un test de Student pour examiner l'effet de la nature active ou passive (en condition virtuelle) sur le sentiment de présence des participants. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre le niveau de sentiment de présence des groupes actif (M = 3,09, ET = 0,59) et passif (M = 2,58, ET = 0,8) ; $t(22) = 1,69, p = 0,105$.

Personnalité et tendance à l'immersion

Nous avons également effectué des ANCOVA pour tester l'influence de la personnalité (Big-5) et de la tendance à l'immersion⁴⁷ sur les différents marqueurs en fonction de l'environnement (virtuel/non-virtuel) et de l'interaction avec cet environnement (actif/passif). Les résultats de ces ANCOVA indiquent qu'aucun des cinq traits de personnalité ni aucune des sous-composantes de la tendance à l'immersion n'ont eu d'influence sur l'ensemble des résultats observés dans de notre étude.

Discussion

Avec la mise en place d'une réglementation limitant l'utilisation d'animaux sentients pour la formation des étudiants (Journal officiel de la République française, 2015), les EVE, et en particulier les simulations virtuelles de laboratoire, apparaissent comme une solution pour permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques en pharmacologie. Si de nombreuses études ont montré que les EVE avaient des effets positifs sur les marqueurs affectifs, comportementaux, et cognitifs (Merchant et al., 2014 ; Vlachopoulos et Makri, 2017 ; Yu et al., 2021 ; Zhao et al., 2020), très peu d'études se sont intéressées à leurs effets dans l'enseignement de la pharmacologie. En particulier, aucun travail n'avait été réalisé sur deux

⁴⁷ Pour évaluer la tendance à l'immersion des participants, nous avons utilisé le Immersive Tendency Questionnaire de Witmer & Singer (1996), dans sa version révisée par le Cyberpsychology Lab de l'UQO (2004). L'échelle se compose de 18 items présentés sous la forme d'une échelle de Likert en 7 points et est divisée en quatre composantes de l'immersion : la concentration, l'implication, les émotions et le jeu. Exemple de question : "Je suis facilement et profondément absorbé lorsque je regarde des films ou des séries."

éléments de jeu centraux des EVE : 1) l'effet de l'environnement virtuel en lui-même, comparé à un matériel d'apprentissage plus traditionnel (ex : diaporama avec vidéos et texte, lecture de texte, vidéos) ; 2) l'effet d'être actif, c'est-à-dire d'interagir avec les différents éléments de l'environnement virtuel, comparé à une condition passive.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail était de mieux comprendre le rôle d'un laboratoire virtuel, NeuroLabo, dans la formation des étudiants en pharmacologie en étudiant l'effet de l'environnement (virtuel/non-virtuel) et de la capacité à interagir avec l'environnement (actif/passif) sur les marqueurs cognitifs (acquisition de connaissances, charge cognitive), comportementaux (engagement) et affectifs (motivation, émotions, sentiment de présence) de la réussite académique.

Premièrement, pour les marqueurs affectifs et comportementaux, nos résultats ont montré que l'environnement virtuel et l'interaction active conduisaient à des scores plus élevés sur les différentes échelles.

En ce qui concerne la motivation intrinsèque, nos résultats montrent des scores plus élevés dans les modalités virtuelles et actives. De plus, toujours dans ces modalités (virtuelles et actives), les participants ont également ressenti davantage d'émotions positives, telles que le plaisir, la fierté d'avoir compris le contenu et l'espoir d'avoir bien compris le contenu. Les participants ont également ressenti moins d'émotions négatives, telles que l'ennui et le désespoir de ne pas avoir compris le contenu des leçons. Ces résultats vont dans le sens des études qui ont montré que les EVE peuvent améliorer différents marqueurs affectifs (motivation, satisfaction, etc.) (Annetta et al., 2009 ; Barab et al., 2012 ; Moreno et al., 2001 ; Wrzesien et Alcañiz Raya, 2010), mais les étendent au domaine de l'enseignement de la pharmacologie qui, jusqu'alors, présentait des résultats disparates (Abdel Haleem et al., 2023 ; Cheesman et al., 2014 ; Lancaster, 2014)

Nos résultats ont également montré que l'environnement virtuel et la modalité active entraînaient un plus grand engagement des étudiants dans le cours. Une fois de plus, ces résultats sont cohérents avec la littérature montrant que les EVE permettent aux étudiants d'être plus engagés dans leur apprentissage (Vlachopoulos et Makri, 2017). Nos résultats montrent également que les étudiants ont trouvé l'environnement virtuel et la condition active plus engageants, au point qu'ils seraient plus enclins à recommander ces modalités à d'autres étudiants et qu'ils seraient plus susceptibles de s'engager à nouveau dans des activités similaires à l'avenir (O'Brien et Tom, 2010).

Les EVE sont connus pour rendre les activités plus engageantes, motivantes, amusantes, etc. (Vlachopoulos et Makri, 2017). Nos résultats confirment cela en montrant des effets en particulier sur les marqueurs comportementaux (engagement) et affectifs (motivation intrinsèque, plaisir, ennui, etc.) dans l'enseignement de la pharmacologie à l'Université.

Deuxièmement, en ce qui concerne les marqueurs cognitifs, nos résultats n'ont montré aucun effet du type d'environnement et du mode d'interaction sur la charge cognitive intrinsèque. Cela signifie que l'environnement virtuel n'était pas plus exigeant sur le plan cognitif que le diaporama, et que le fait d'être actif n'était pas plus exigeant que le fait d'être passif. Ce point est intéressant à souligner, notamment en lien avec l'acquisition de connaissances.

En effet, nos résultats ont également montré que nos quatre conditions (virtuel actif, virtuel passif, non-virtuel actif, non-virtuel passif) montraient une augmentation de l'acquisition des connaissances. En ce qui concerne l'effet des éléments de jeux étudiés, l'acquisition de connaissances est plus importante dans le mode d'interaction actif que dans le mode passif, mais il n'y a pas de différence selon le type d'environnement (virtuel vs non-virtuel). Ce résultat rejoint la littérature montrant un effet relativement robuste de l'interaction active/passive (ex : prise de notes active contre cours magistral passif) (Chi et Wylie, 2014), mais aussi une plus grande variabilité dans les résultats concernant les effets de l'environnement virtuel sur l'acquisition des connaissances (par rapport aux dispositifs contrôles tels que diaporama, document texte, etc.) (Iten et Petko, 2016 ; Zhonggen, 2019).

Le fait qu'il n'y ait pas de différence d'apprentissage entre environnement virtuel et non virtuel dans notre étude peut avoir plusieurs explications.

Une explication pourrait potentiellement être liée au niveau d'immersion de notre EVE (réalité virtuelle sur ordinateur) qui, bien que pertinent pour éviter une surcharge cognitive, pourrait ne pas être suffisamment immersif pour générer une meilleure acquisition de connaissances. En effet, certaines études ont montré qu'une meilleure acquisition de connaissances induite par un environnement virtuel était liée à un niveau d'immersion élevé (Checa et Bustillo, 2019 ; Elangovan et Ismail, 2014). Toutefois, cette explication doit être nuancée, car d'autres auteurs ont montré des effets plus importants pour les environnements fortement immersifs sur l'apprentissage procédural, mais pas pour les connaissances conceptuelles (Morélot et al., 2021), voire une acquisition de connaissances plus importante dans un environnement faiblement immersif (Parong et Mayer, 2018). Les travaux futurs pourraient éclaircir ce point

en contrôlant l'effet de l'immersion et son impact sur la charge cognitive et l'acquisition des connaissances dans les EVE de pharmacologie.

Une autre possibilité expliquant l'absence de différence d'acquisition de connaissances entre l'environnement virtuel et non virtuel est que l'effet de l'environnement virtuel n'est pas direct sur l'acquisition de connaissances, mais s'exerce de façon indirecte. En effet, selon la "Théorie de l'apprentissage gamifié" (Landers, 2014), les éléments du jeu ont un effet direct sur les marqueurs comportementaux et affectifs, qui à leur tour ont un effet sur les marqueurs cognitifs. Dans notre travail, il est donc possible que l'effet de la modalité active sur l'acquisition des connaissances découle de l'effet direct sur les émotions, la motivation et l'engagement, qui ont eux-mêmes un effet sur l'acquisition des connaissances, comme certaines études l'ont déjà montré par le passé (Bai et al., 2020 ; Qian et Clark, 2016). Cette hypothèse pourra donc être testée par de futurs travaux utilisant des modèles de médiation destinés à évaluer les effets directs et indirects de variables indépendantes sur des variables dépendantes (Hayes, 2018).

Perspectives et conclusion

Tout d'abord, il est important de noter que ce travail s'est concentré sur un domaine d'étude spécifique (la pharmacologie), un contenu de cours spécifique (l'altération des récepteurs GABAA), un EVE spécifique (NeuroLabo) et des éléments de jeu spécifiques (type d'environnement et mode d'interaction). La généralisation des résultats obtenus est donc limitée. D'autre part, bien que ce travail se soit concentré sur des marqueurs académiques répandus dans la littérature sur l'apprentissage gamifié et la réalité virtuelle (Huang et al., 2020 ; Ristor et al., 2023 ; Ritzhaupt et al., 2021), d'autres facteurs peuvent être étudiés à l'avenir. C'est le cas, par exemple, du sentiment de présence, soit l'expérience subjective de se sentir présent dans l'environnement virtuel (Nowak et Biocca 2003), qui peut également avoir des effets indirects sur l'acquisition de connaissances dans les environnements virtuels (Ristor et al., 2023).

Enfin, d'autres travaux académiques pourraient également approfondir l'effet actif/passif en s'intéressant au rôle de la collaboration entre les étudiants. En effet, certains modèles (ex : ICAP) (Chi et Wylie., 2014) montrent que l'acquisition des connaissances est meilleure dans les activités d'apprentissage lorsque les étudiants sont activement impliqués, par rapport à l'apprentissage passif, mais que l'apprentissage collaboratif, c'est-à-dire avec interaction entre les étudiants, permet de renforcer cet apprentissage. Cet effet de la collaboration avait été testé dans le travail précédent de ce chapitre (article n°4), montrant que la collaboration permettait

de renforcer l'effet de l'interaction active sur l'acquisition de connaissances et permettait également de réduire l'ennui des étudiants. Cette hypothèse pourrait donc être de nouveau testée dans des EVE de pharmacologie, en comparant des binômes d'étudiants à des étudiants utilisant l'EVE individuellement.

Ainsi, en conclusion, ce travail a permis de montrer que, pour l'enseignement universitaire de la pharmacologie, les serious game comprenant des environnements virtuels actifs peuvent conduire à une meilleure réussite académique caractérisée par de meilleurs marqueurs comportementaux et affectifs, et à des marqueurs cognitifs similaires, en comparaison à du matériel de cours traditionnel (diaporama). Cette étude confirme la pertinence de remplacer, dans la mesure du possible, les animaux par des dispositifs numériques tels que les EVE dans l'enseignement de certains concepts théoriques et pratiques de pharmacologie.

Conclusion générale du chapitre

Ce chapitre avait pour objectif de permettre une meilleure compréhension de l'impact de l'apprentissage gamifié sur la réussite académique. Nous allons revenir sur les différents éléments issus des 2 articles ayant été réalisés dans le but de répondre à cet objectif.

Le premier travail (article n°4) a permis d'identifier que les éléments de jeu actifs et collaboratifs sont efficaces dans les quiz gamifiés (Wooclap) pour améliorer les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs de la réussite académique. Plus précisément, nos résultats ont montré que l'interaction active avec l'application de quiz gamifié améliore l'acquisition des connaissances, les interactions étudiant-enseignant et l'acceptation de la technologie. De plus, la collaboration réduit l'ennui des élèves pendant le cours et renforce l'effet du mode actif sur l'acquisition des connaissances. Ces résultats encouragent donc les enseignants universitaires à introduire des quiz gamifiés actifs collaboratifs dans leurs cours afin d'améliorer la réussite de leurs étudiants.

Le second travail de ce chapitre (article n°5) a quant à lui permis de redémontrer l'importance du rôle de l'interaction active (en comparaison à une interaction passive) sur la motivation intrinsèque, les émotions, l'engagement et l'acquisition de connaissances, ici via un EVE de type laboratoire virtuel proposant un apprentissage à distance asynchrone d'un cours de pharmacologie. De plus, l'environnement virtuel en tant que tel permet également d'améliorer la motivation intrinsèque, les émotions positives et l'engagement des étudiants en comparaison à un apprentissage traditionnel (diaporama). Cependant, cela n'entraîne pas une meilleure acquisition de connaissances chez les étudiants, probablement dû au faible niveau d'immersion de notre EVE.

Ainsi, basé sur la théorie de l'apprentissage gamifié de Landers (2014), ce chapitre a permis d'identifier deux outils numériques (application de quiz et laboratoire virtuel) et trois éléments de jeux pertinents (l'interaction active, la collaboration et l'environnement virtuel/immersion) permettant d'améliorer la réussite académique des étudiants à l'Université.

Chapitre 8 : Étude des outils numériques et pratiques pédagogiques adaptés aux étudiants avec TSA à l'Université

En perspective et dans le prolongement de ces différentes études, ma thèse s'inscrit également dans le projet national "Construire une Université Atypie-Friendly", projet portant en partie sur les innovations pédagogiques et les outils numériques à destination des étudiants présentant des troubles du neurodéveloppement (notamment TSA). Comme nous l'avons vu (voir Chapitre 4), l'inclusion des étudiants avec TSA est encore fortement limitée dans les Universités françaises. Dans l'objectif d'améliorer la situation, une meilleure compréhension des pratiques pédagogiques et des outils numériques existants et de leur acceptation par les étudiants avec TSA est donc un enjeu crucial. Pour répondre à cette problématique, nous avons réalisé :

- Une revue systématique (article n°6 a, b) portant sur les outils numériques à destination des étudiants avec TSA à l'Université.
- Un questionnaire (article n°7) visant à identifier les pratiques pédagogiques jugées comme étant les plus pertinentes par ce public spécifique.

Article n°6 a, b : La technologie au service de la réussite des étudiants avec TSA à l'Université : une revue systématique

État de l'article

Accepté dans *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities* en mai 2024, publication en Mars 2025 ("Technology to support the academic success of students with ASD at University: A systematic review" - LARONZE Florian, N'KAOUA Bernard)

L'article ci-dessus fait suite à un travail précédemment réalisé qui portait à la fois sur les personnes avec déficience intellectuelle et les étudiants avec TSA à l'Université. Ce second article est donc référencé mais ne sera pas décrit dans mon manuscrit de thèse :

Laronze, F., Landuran, A., N'Kaoua, B. (2024). Technologies to Support Self-determination for People with Intellectual Disability and ASD. In: Baratgin, J., Jacquet, B., Yama, H. (eds) Human and Artificial Rationalities. HAR 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14522. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55245-8_2

Introduction et rappel du contexte

Tout au long de leur parcours académique, les étudiants avec TSA sont confrontés à de nombreuses difficultés (difficultés de communication avec leurs pairs et leurs enseignants, anxiété, gestion autonome de la vie quotidienne, révision, organisation, etc.), ce qui rend extrêmement difficiles leur accès et leur réussite dans l'enseignement supérieur (Cage et Howes, 2020 ; Jackson et al., 2018 ; McLeod et al., 2019 ; McPeake et al., 2023). Bien qu'il soit difficile d'estimer le nombre exact d'étudiants avec TSA à l'Université (pas de déclaration de diagnostic), leur nombre est estimé à environ 0,7 % de l'ensemble des étudiants au Royaume-Uni (O'Neill et Smyth, 2023) et à moins de 0,04 % en France (Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2023). Ces chiffres sont en augmentation, mais restent bien en deçà de la prévalence dans la population générale, estimée entre 1 et 2 % (Ministère des Solidarités et des Familles, 2023 ; Zeidan et al., 2022), particulièrement en France.

Cette augmentation de l'inclusion des étudiants avec TSA a été rendue possible par les nombreux programmes mis en place dans les Universités du monde entier. De nombreuses

revues de la littérature ont permis d'identifier les différentes interventions proposées dans les programmes pour faciliter la vie universitaire des étudiants avec TSA : mentorat par les pairs, interventions cognitivo-comportementales, temps supplémentaire pour les examens, notes de cours des professeurs, utilisation d'un lieu d'examen séparé, délais prolongés pour les devoirs, notes de cours des pairs, facilitation des projets de groupe par les professeurs, etc. (Anderson et al., 2019 ; Davis et al., 2021 ; Gelbar et al., 2014). Étonnamment, parmi ces nombreuses interventions, très peu comportent l'usage de technologies (Anderson et al., 2019).

Pourtant, les interventions impliquant l'utilisation de technologies et d'outils numériques (ex : ordinateurs, robots, tablettes, téléphones, etc.) sont très répandues pour accompagner les élèves avec TSA de la maternelle au secondaire. De nombreuses méta-analyses et revues systématiques ont montré que ces interventions peuvent contribuer à améliorer leurs capacités socio-émotionnelles, leurs compétences de communication, leurs capacités cognitives et leurs compétences académiques, même si ces études présentent de nombreuses limites (Barton et al., 2017 ; Kirkpatrick et al., 2022 ; Mazon et al., 2019). De plus, au-delà des interventions, les élèves avec TSA eux-mêmes apprécient ces différentes technologies dans leur vie quotidienne, à l'école et à la maison, et les utilisent à différentes fins : faciliter la communication, réaliser des tâches de la vie quotidienne, apprendre, s'organiser, réduire le stress, etc. (Hedges et al., 2018). Au niveau universitaire, plusieurs revues de la littérature et méta-analyses portant sur le rôle des technologies d'assistance (McNicholl et al., 2021 ; Perelmutter et al., 2017 ; Pino et Mortari, 2014) ont montré que ces technologies peuvent améliorer la performance académique, l'engagement et les capacités psychosociales (participation, espoir, confiance, motivation, sens de l'autonomie, expression de soi et sentiment d'appartenance) des étudiants en situation de handicap. Cependant, ces articles n'ont pas du tout traité de l'impact de ces technologies sur des étudiants avec TSA à l'Université.

Compte tenu de l'efficacité des technologies pour aider les enfants et adolescents avec TSA, de leur efficacité pour aider les étudiants en situation de handicap à l'Université et de l'augmentation du nombre d'étudiants avec TSA, il semble pertinent de faire un panorama complet des technologies et outils numériques existants et mis à la disposition de ces étudiants. Dans ce contexte, l'objectif de cette revue systématique de la littérature était de fournir une première description complète des technologies et des outils numériques susceptibles d'aider les étudiants avec TSA à l'Université, tant sur le plan académique que dans leur vie quotidienne.

Méthode

Stratégie de recherche

En suivant les lignes directrices de la méthode PRISMA (Moher et al., 2009), une recherche systématique de la littérature sur les technologies d'assistance et les outils numériques destinés aux étudiants universitaires avec TSA a été réalisée. Sept bases de données ont été consultées en juin 2023 : IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer, Taylor & Francis, Scopus, Education Resources Information Center (ERIC), ScienceDirect/Elsevier. Cette sélection de bases de données a été guidée par la nature multidisciplinaire du sujet. Pour chacune d'entre elles, nous avons utilisé la même requête : (autis* OR ASD OR Asperger) AND (university students OR college students OR post-secondary students OR tertiary students). ET (technolog* OR mobile device OR mobile application OR tablet OR smartphone OR computer). Les recherches ont été limitées aux articles en langue anglaise, évalués par des pairs, publiés entre le 1er janvier 2010 et le 1er juillet 2023. Les articles ont été extraits des bases de données pour l'examen systématique en juin 2023. Des informations sur la quantité d'articles à chaque étape du processus d'examen sont présentées dans le diagramme de flux PRISMA de la Figure 8.1. Ce diagramme est une représentation graphique du nombre d'articles identifiés lors de la recherche systématique et détaille le nombre d'articles inclus aux différentes étapes de l'examen : sélection des titres et des résumés, sélection du texte intégral et examen systématique. Il indique également le nombre de doublons supprimés et d'articles exclus.

Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion suivants ont été utilisés : 1) l'étude portait sur une technologie ; 2) les participants comprenaient des étudiants universitaires avec TSA ; 3) les participants étaient des étudiants universitaires. Les articles pour lesquels l'un de ces trois critères était absent ont été exclus. Compte tenu de la nouveauté des travaux de recherche sur ce thème, la qualité ou la conception des articles n'a pas été un critère de sélection, mais a été analysée comme nous le verrons ci-dessous.

Extraction des données et synthèse

La sélection des titres et des résumés des articles éligibles a été effectuée par les deux auteurs de cet article. Les textes intégraux des articles sélectionnés ont ensuite été lus par les mêmes

auteurs et un accord a été trouvé pour exclure les articles qui ne répondaient pas aux critères d'inclusion. À toutes les étapes, les divergences d'opinions ont été résolues par consensus ou discussion (voir Figure 8.1). Les éléments suivants ont été extraits de chaque article : auteurs de l'étude et dates de publication, pays d'origine, nombre de participants, niveau d'études des étudiants, type de technologie, compétences/comportements ciblés (voir Annexe n°3).

Évaluation de la qualité

Tous les articles ont fait l'objet d'une évaluation de leur qualité à l'aide du Mixed Methods Appraisal Tool (Hong *et al.*, 2017). Cet outil a été conçu pour les revues systématiques d'études mixtes et permet d'évaluer les articles quantitatifs, qualitatifs et de méthodes mixtes à l'aide d'un dispositif d'évaluation unique. Sa fiabilité et son efficacité ont été établies, surpassant notamment d'autres outils d'évaluation (Hong *et al.*, 2017 ; Pace *et al.*, 2012). La MMAT a été largement utilisée dans de nombreuses études systématiques sur l'impact des technologies d'assistance (McNicholl *et al.*, 2021). Le processus d'évaluation comprend deux questions de sélection : "l'article pose-t-il des questions de recherche claires ?" et "sa méthode de collecte de données répond-elle à ces questions ?". Si ces deux critères ont été remplis, l'évaluation s'est poursuivie. Pour les méthodes qualitatives et quantitatives, cinq critères d'évaluation ont été pris en compte, tandis que la composante "méthode mixte" en comporte quinze. Chaque critère a été évalué par des réponses "Oui", "Non" ou "Je ne peux pas dire", aboutissant à une note globale allant de 0 % à 100 %.

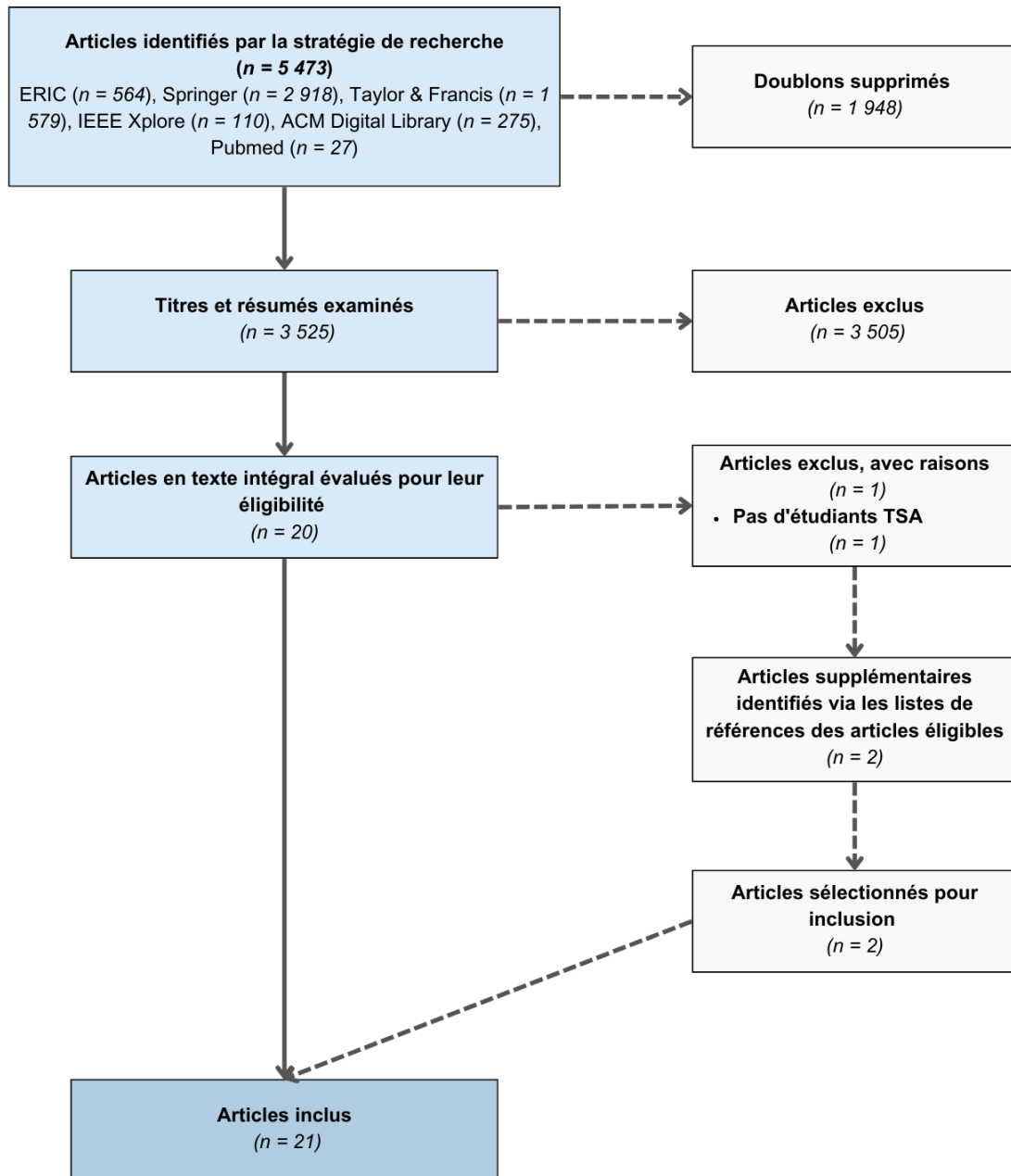


Figure. 8.1 : Diagramme PRISMA du nombre d'articles présents à chaque étape du processus de revue systématique.

Résultats

Caractéristiques de l'étude, des outils et de l'échantillon

Vingt articles décrivant 21 études ont été jugés comme pouvant être inclus dans cette revue systématique (l'article de Adams et al., 2019, comprend deux parties). La plupart d'entre eux proviennent des États-Unis (n = 16). Les autres proviennent du Royaume-Uni (n = 2), d'Australie (n = 1) et d'Irlande du Nord (n = 1). La répartition du nombre de publications par année est présentée dans la Figure 8.2. Au total, dix études étaient des méthodes mixtes (à la fois quantitative et qualitative), cinq étaient des études quantitatives descriptives, une était quantitative non randomisée, une était quantitative randomisée, une était qualitative et trois ne se prêtaient pas à l'application de la MMAT (pas de plan expérimental). La grande majorité des études étaient des études de cas (n = 11). La grande majorité des travaux comprenaient moins de dix participants (n = 15). Les outils technologiques utilisés étaient les suivants : applications mobiles (n = 6), systèmes d'apprentissage à distance (n = 5), systèmes de coaching (n = 2), modélisation vidéo (n = 2), montres connectées (n = 2), jeux vidéo (n = 1) et outils statistiques (n = 1).

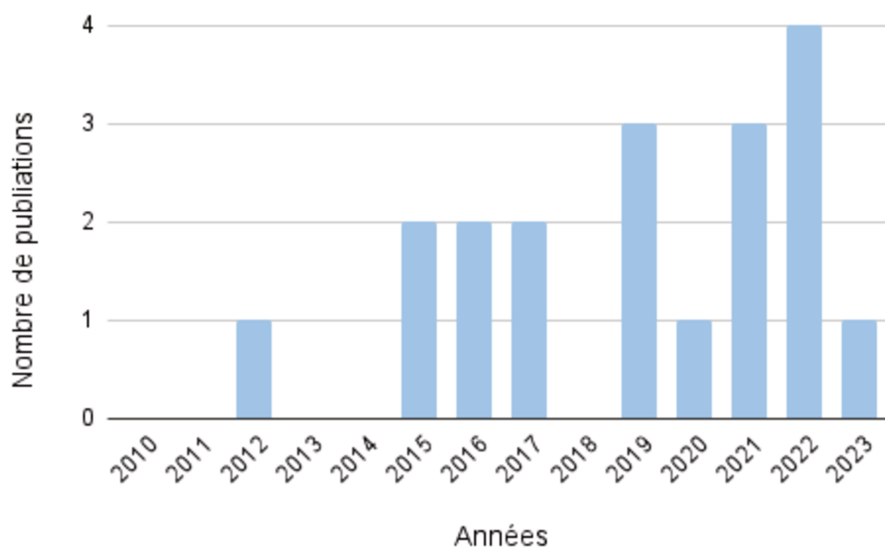


Figure 8.2 : Répartition des articles par année de publication de 2010 à 2023.

Évaluation de la qualité

L'évaluation de la qualité des articles inclus est présentée dans l'Annexe n°3. Dix articles répondaient à 100 % des critères, deux articles à 80 % des critères, un article répondait à 55 % des critères. Les articles qui n'ont pas atteint 100 % étaient des articles sur des méthodes mixtes qui n'entraient pas suffisamment dans le détail de leurs résultats qualitatifs. Cinq articles n'ont quant à eux pas satisfait les deux questions de sélection, les questions de recherche n'étant pas suffisamment claires, la sélection des étudiants avec TSA étant inappropriée, les mesures prises n'étant pas détaillées et la composition des groupes n'étant pas précisée.

Synthèse des résultats

Le processus de revue systématique (Thomas et Harden, 2008) a permis d'identifier trois thèmes analytiques dans les données. Il s'agit des thèmes suivants : "La technologie au service de l'apprentissage des étudiants avec TSA", "La technologie au service de la communication et de l'interaction des étudiants avec TSA" et "La technologie au service des capacités cognitives et des fonctions exécutives des étudiants avec TSA". Chacun de ces thèmes est présenté en détail ci-dessous.

Thème 1 : La technologie au service de l'apprentissage des étudiants avec TSA

Différentes technologies et outils numériques peuvent être utilisés pour faciliter l'apprentissage des étudiants avec TSA à l'Université. Certains sont utilisés : 1) pour renforcer l'acquisition de certains concepts (Begel et al., 2021 ; Dahlstrom-Hakki et Wallace, 2022 ; McMahon et al., 2016) ; 2) pour faciliter l'engagement des étudiants pendant la session de cours (Francis et al., 2018 ; Huffman et al., 2019) ainsi qu'à l'extérieur en améliorant leurs révisions (Francis et al., 2018 ; O'Neill et Smyth, 2023) ; 3) de permettre aux étudiants avec TSA de choisir un cours universitaire à distance plutôt qu'en présentiel (Adams et al., 2019 ; Madaus et al., 2022 ; Richardson, 2017 ; Satterfield et al., 2015).

Trois études ont testé l'efficacité d'outils pouvant être utilisés pour faciliter l'apprentissage de certaines connaissances. McMahon et al. (2016) ont étudié les effets d'une application de réalité augmentée pour enseigner le vocabulaire scientifique à un étudiant avec TSA. L'application a permis une amélioration de l'apprentissage du vocabulaire tout en étant bien acceptée par l'étudiant. Dahlstrom-Hakki et Wallace (2022) ont comparé l'efficacité, sur l'apprentissage des

statistiques, d'un cours de statistiques traditionnel à celle d'un cours intégrant une composante de visualisation à l'aide du logiciel TinkerPlots⁴⁸. Parmi l'ensemble des participants (n = 68), trois étudiants avec TSA ont utilisé TinkerPlots (et faisaient partie du groupe expérimental) et ont été comparés avec un groupe contrôle d'étudiants neurotypiques. Les étudiants avec TSA ayant utilisé TinkerPlots ont eu une amélioration de leurs connaissances, mais aucune différence entre eux et le groupe contrôle n'a été observée dans six des concepts statistiques étudiés. Seul un concept (variance) a été mieux appris dans la condition expérimentale. Begel et al. (2021) ont étudié l'effet de la mise en place d'un ensemble de cours de codage de jeux vidéo, portant sur les compétences de codage et de collaboration, auprès de sept étudiants avec TSA. Lors d'entretiens, les étudiants ont fait état d'une amélioration de leurs compétences en programmation et d'une plus grande confiance en eux en matière de communication. Cependant, le protocole n'incluait pas de mesure objective des compétences de programmation avant/après les cours. Pour ces trois études, les auteurs soulignent qu'il est difficile de tirer des conclusions étant donné le faible nombre de participants (Dahlstrom-Hakki et Wallace, 2022 ; McMahon et al., 2016) et l'absence de mesures objectives des connaissances (Begel et al., 2021).

D'autres travaux ont testé l'efficacité d'outils numériques pour améliorer l'engagement des étudiants avec TSA pendant et en dehors de leurs sessions de cours. Dans l'étude de Francis et al. (2018), 7 étudiants avec TSA ont évalué des applications sur cinq critères (facilité d'utilisation, esthétique, intérêt, intention d'utilisation, bénéfice de chaque application). L'application Penultimate⁴⁹ a été jugée par les étudiants comme pouvant aider à la prise de notes pendant les cours via un iPad, notamment en permettant d'inclure des dessins et des captures d'écran dans les notes, de les partager avec d'autres étudiants, etc. Huffman et al. (2019) ont testé l'utilisation d'une application d'autocontrôle lors de cours universitaires pour aider un étudiant avec TSA. L'application a amélioré son engagement dans les cours à un niveau comparable à celui de ses pairs. Cependant, elle n'a pas réduit ses vocalisations inappropriées et son comportement stéréotypé. Les auteurs ont souligné différentes limites liées au fait qu'il n'y avait qu'un seul participant dans leur étude et que les effets de cette amélioration de

⁴⁸ TinkerPlots est un logiciel d'analyse et de modélisation de données conçu pour être utilisé par des élèves de la quatrième année à l'Université.

⁴⁹ Penultimate est une application conçue pour aider à prendre des notes, à réaliser des croquis et à ordonner des idées.

l'engagement en cours n'aient pas été reliés à une éventuelle amélioration de sa performance académique. Deux études se sont également intéressées à l'engagement en dehors de la classe. L'application myHomework, conçue pour aider les élèves à suivre les cours, les devoirs, les projets et les examens, a été jugée pertinente et agréable à utiliser par les étudiants avec TSA qui l'ont testée (Francis et al., 2018). O'Neill et Smyth (2023) ont montré que l'introduction d'un système de montre connectée reliée à des applications d'autogestion sur smartphone (fixation d'objectifs, autosurveillance et enregistrement) a encouragé deux étudiants avec TSA à étudier, améliorant significativement leur temps de révision et leur vie académique.

Enfin, quatre études ont examiné l'efficacité de l'apprentissage à distance à l'aide d'outils numériques. La plupart des formations à distance étaient asynchrones, les étudiants suivant leurs cours en ligne de manière autonome via un accès à des documents écrits et des vidéos (Adams et al., 2019 ; Madaus et al., 2022 ; Richardson, 2017 ; Satterfield et al., 2015). Les étudiants avaient accès à des systèmes de gestion de l'apprentissage (type Moodle), ce qui leur donnait accès à des forums de discussion, des systèmes de messagerie électronique, etc. (Adams et al., 2019). Certaines de ces (quatre) études ont également utilisé des systèmes de vidéoconférence (par exemple Skype) pour mettre en place des sessions occasionnelles de cours synchrones (Satterfield et al., 2015). La plupart de ces études se sont concentrées sur l'évaluation par questionnaire des préférences des étudiants avec TSA entre l'apprentissage en présentiel et l'apprentissage à distance. Les résultats de ces études tendent à montrer que les étudiants avec TSA à l'Université n'ont pas de préférence entre ces deux méthodes d'apprentissage (Madaus et al., 2022 ; Satterfield et al., 2015), même si l'une d'entre elles montre qu'ils préfèrent l'apprentissage en présentiel (Adams et al., 2019). Cette variabilité individuelle des préférences découle des nombreux facteurs, tels que la perception des effets de l'apprentissage à distance sur les interactions avec leurs pairs et leurs enseignants (ex : bonne ou mauvaise vision des échanges par e-mail, forum, etc.), la perception des avantages et inconvénients dans la vie quotidienne (ex : moyens de transport), l'environnement d'apprentissage (ex : environnement bruyant), ou encore les capacités individuelles (ex : autonomie, apprentissage autodirigé, capacités attentionnelles, etc.) Seul Richardson (2017) a comparé l'effet de l'apprentissage à distance sur les résultats académiques d'étudiants universitaires avec TSA. Il a comparé les taux de validations des cours, les taux de réussite (obtention de diplôme) et les notes des étudiants universitaires avec TSA uniquement (n=209), des étudiants TSA avec un autre handicap (comorbidités) (n=343) et des étudiants

neurotypiques (n =154 837) qui ont suivi des cours à distance à l'Open University (Royaume-Uni). Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence dans les taux de validations des cours, les taux de réussite et les notes entre les étudiants avec uniquement un TSA et les étudiants neurotypiques. Toutefois, les étudiants avec TSA et un autre handicap ont moins validé de cours à distance que les étudiants neurotypiques.

Thème 2 : La technologie au service de la communication et de l'interaction des étudiants avec TSA

Les technologies et outils numériques identifiés dans cette revue sont également utilisés pour aider ou améliorer les compétences de communication et d'interaction des étudiants avec TSA à l'Université.

Dans les travaux de Francis et al. (2018), les étudiants avec TSA ont identifié deux applications mobiles comme pertinentes et faciles d'utilisation pour les aider dans leur vie quotidienne. La première, "Sit with us", permet aux étudiants de trouver un groupe d'étudiants afin de manger ou de participer à des activités avec eux. La seconde, "Circle of 6", permet aux étudiants de contacter et d'indiquer automatiquement leur position géographique à des personnes proches d'eux en cas de besoin urgent (stress, insécurité, etc.).

Les autres travaux recensés concernent des dispositifs technologiques impliquant principalement des formations aux interactions sociales et à la communication via des modules de cours en ligne (PPT, vidéos, etc.), du coaching (télécoaching, audioching) et de la modélisation vidéo (Gregori et al., 2022 ; Mason et al., 2012, 2020), souvent combinés entre eux.

En général, ces pratiques ont permis d'améliorer les aptitudes à la conversation, comme la façon de poser des questions (Gregori et al., 2022 ; Mason et al., 2020), ainsi que la façon d'effectuer un contact visuel et des expressions faciales appropriées (Mason et al., 2012). Deux études n'ont pas testé l'efficacité de la technologie mais ont seulement proposé un protocole (Simon et Hines, 2017), ou ont impliqué des étudiants avec TSA dans un processus de conception participative pour créer un jeu vidéo visant à améliorer les interactions sociales, sans mesurer l'efficacité du processus (Sturm et al., 2019). Dans toutes les études, les participants ont rapporté des niveaux élevés d'acceptabilité sociale de l'outil numérique évalué et de satisfaction à son égard. Néanmoins, les conclusions qui peuvent être tirées de ces différentes études sont considérées

par leurs auteurs comme peu généralisables compte tenu du faible nombre de participants (deux à quatre étudiants par protocole) et de la variabilité des technologies utilisées.

Thème 3 : La technologie au service des capacités cognitives et des fonctions exécutives des étudiants avec TSA

Dans un certain nombre d'articles, les technologies ont été utilisées pour améliorer différentes capacités cognitives et exécutives, telles que la navigation spatiale, l'autonomie, l'autorégulation, la responsabilisation et l'auto-détermination, avec de grandes variations en termes de technologies utilisées et d'efficacité.

Trois études ont montré que les applications mobiles peuvent aider les étudiants avec TSA à se déplacer plus facilement et à réaliser des activités, notamment sur le campus universitaire (Kearney et al., 2021 ; McMahan et al., 2015 ; Wright et al., 2022). McMahan et al. (2015) ont examiné les effets d'une application de réalité augmentée (RA) utilisant la géolocalisation pour apprendre à un étudiant avec TSA à se déplacer de manière autonome dans une ville pour trouver des opportunités d'emploi. L'étudiant a effectué 20 trajets d'environ 15 minutes en alternant l'utilisation de l'outil de RA, de Google Maps et d'une carte papier. L'utilisation de l'outil de RA a permis d'obtenir des scores plus élevés de déplacement indépendant sans erreur, tout en étant préféré aux deux autres systèmes. Kearney et al. (2021) ont étudié auprès de deux étudiants avec TSA, l'impact d'une mise à disposition d'instructions sur l'utilisation de Google Maps pour se déplacer sur le campus de leur Université. Les deux étudiants ont amélioré leurs déplacements autonomes à court et à long terme grâce à l'utilisation de Google Maps et étaient très satisfaits de l'outil. Wright et al. (2022) ont étudié l'effet d'une montre connectée contenant des activités à réaliser dans différents lieux et à différents moments de la journée pour entraîner deux étudiants avec TSA à la réalisation de tâches. Les étudiants sont passés d'un taux de réussite de 0 % à 100 % lorsqu'ils portaient la montre connectée et ont réagi positivement à l'utilisation de la montre.

Deux autres études portant sur la mise en place de programmes intégrant des technologies et visant à améliorer d'autres capacités cognitives ont donné des résultats plus mitigés (Bellon-Harn et Manachaiyah, 2021 ; White et al., 2016). Bellon-Harn et Manachaiyah (2021) ont testé l'efficacité d'un programme à destination d'étudiants avec TSA proposant des rubriques théoriques (et des exercices) pouvant être consultées en ligne ("choix de carrière", "semestres

réussis", "chemin vers l'obtention du diplôme", "navigation sociale"). Neuf personnes (quatre avec TSA, cinq experts du TSA) ont évalué l'application. Dans l'ensemble, les notes moyennes pour la facilité d'utilisation, le contenu, la pertinence, le design et les exercices étaient élevées. L'étude visait également à évaluer l'impact du programme auprès de lycéens prévoyant d'aller à l'Université ou d'étudiants primo-entrants avec TSA (n = 4). Dans l'ensemble, l'application a eu des effets positifs pour deux des participants en améliorant leur autonomie, leur autorégulation, leur responsabilisation et leur autoréalisation. Cependant, la formation n'a eu aucun effet sur les deux autres participants. White et al. (2016) ont testé l'efficacité d'un système d'interface cerveau-ordinateur (BCI) en le comparant à un programme psychosocial, tous deux conçus pour cibler la compétence sociale et l'autorégulation. Huit étudiants avec TSA ont participé à l'étude, quatre par groupe. Les étudiants des deux groupes ont montré un haut niveau de satisfaction quant à l'utilisation de l'outil BCI et du programme, mais aucune différence n'a été observée entre les deux groupes sur les facteurs ciblés (sous-échelle d'autorégulation des émotions, sous-échelle d'autogestion du temps, auto-restriction, motivation ou fonction exécutive totale).

Discussion et conclusion

Cette revue systématique est la première à synthétiser les travaux existants sur les technologies et outils numériques pouvant servir aux étudiants avec TSA à l'Université, à la fois sur le plan académique et dans leur vie quotidienne. Ce travail a permis d'identifier trois thèmes centraux : la technologie pour faciliter l'apprentissage ; la technologie pour faciliter et assister la communication et l'interaction ; et la technologie pour soutenir les capacités cognitives et les fonctions exécutives. Ces thèmes sont similaires à ceux identifiés dans d'autres revues systématiques de la littérature concernant les technologies chez les étudiants en situation de handicap (McNicholl et al., 2021), mais les étendent au profil spécifique des étudiants avec TSA.

Le premier thème identifié porte sur l'efficacité des technologies pour assister l'apprentissage des étudiants avec TSA à l'Université. Les technologies identifiées pourraient contribuer à améliorer l'acquisition de connaissances dans différents domaines (vocabulaire scientifique, programmation, statistiques). Notre revue rejoint les travaux existants menés auprès d'élèves de la maternelle au lycée (Barton et al., 2017 ; Mazon et al., 2019), mais étend leurs résultats

au niveau universitaire et donc à des concepts académiques plus complexes. Cependant, ces résultats sur les apprentissages sont parfois partiels et spécifiques à la matière étudiée, ce qui ne permet pas de généraliser l'efficacité globale des technologies sur l'acquisition de connaissances académiques. Certains outils, principalement des applications pour smartphone, ont été identifiés comme permettant aux étudiants d'être plus engagés pendant le cours, mais aussi de mieux gérer leurs révisions (Huffman et al., 2019 ; O'Neill et Smyth, 2023). Cette aide est essentielle, sachant que de nombreuses études ont montré qu'un manque d'engagement, lié aux différents défis de la vie universitaire, entraîne davantage d'anxiété et davantage de décrochage universitaire (Cage et Howes, 2020 ; McPeake et al., 2023).

Enfin, les outils numériques (ex : LMS, visioconférence) utilisés pour suivre des cours à distance sont pertinents pour permettre aux étudiants avec TSA de suivre des cours à distance de manière satisfaisante et efficace. Il ne semble pas y avoir de préférence entre l'apprentissage en présentiel et à distance chez les étudiants avec TSA, les préférences semblant dépendre de la façon dont les cours sont organisés (ex : bonnes interactions avec les enseignants et les pairs) ainsi que de facteurs individuels et environnementaux (ex : capacité d'attention). Certains facteurs limitants identifiés, comme le fait d'apprendre dans un environnement d'apprentissage bruyant, rejoignent également les résultats trouvés lors du premier travail de cette thèse (article n°1) qui montraient que les effets négatifs ressentis (maux de tête, fatigue visuelle), potentiellement induits par le cadre d'apprentissage, pouvaient impacter négativement la réussite académique des étudiants neurotypiques. En termes de performance académique, les étudiants avec TSA semblent montrer des performances équivalentes dans les cours à distance comparés aux étudiants neurotypiques, à moins qu'ils ne présentent d'autres comorbidités en plus de leur TSA (Richardson, 2017). Ces résultats rejoignent les nombreuses méta-analyses et revues systématiques existantes sur les effets de l'apprentissage en ligne, montrant une absence de différences avec le présentiel en termes de satisfaction ou d'efficacité d'apprentissage lorsque certains facteurs étaient respectés, comme les interactions entre enseignants et étudiants, la collaboration entre pairs, l'utilisation de LMS, le soutien institutionnel, etc. (Siemens et al., 2015).

La mise en place de cursus en ligne semble donc pertinente pour les étudiants avec TSA, à condition que ces critères soient respectés.

Le deuxième thème a permis de montrer que la technologie peut faciliter les capacités de communication et d'interaction sociales des étudiants avec TSA. Ces outils numériques,

principalement un mélange de modélisation vidéo et de télécoaching, permettent d'entraîner ces étudiants à entretenir une conversation, par exemple en posant des questions, ou à améliorer leur reconnaissance des expressions faciales et des émotions des personnes avec lesquelles ils interagissent. Les difficultés de communication et d'interaction sont l'un des principaux critères du TSA, ce qui peut entraîner des difficultés à nouer des amitiés, à communiquer avec les enseignants ou à trouver du travail à la sortie des études (Gregori et al., 2022 ; Mason et al., 2019). Ce constat rejoint les revues de littérature qui ont montré la pertinence de la technologie pour améliorer les compétences de communication et d'interaction des enfants et adolescents avec TSA (Mazon et al., 2019), en étendant ces résultats aux étudiants universitaires.

Enfin, le troisième thème identifié a permis de constater que la technologie peut soutenir les capacités cognitives et les fonctions exécutives des étudiants avec TSA. Les applications mobiles peuvent assister et améliorer les capacités de navigation spatiale, notamment pour les déplacements sur le campus universitaire. Bien que les difficultés de navigation spatiale ne soient pas une caractéristique spécifique du TSA, certains travaux ont montré que les personnes avec TSA pouvaient avoir des problèmes avec les capacités spatiales allocentriques, nécessaires pour utiliser des cartes, qu'elles soient papier ou numérique (Smith, 2015), et pour se déplacer dans des lieux nouveaux et complexes comme les campus universitaires (Pellenq et Mamelli, 2022). Ainsi, donner accès à des outils technologiques d'assistance (applications, montres connectées) pour faciliter la navigation, via par exemple de la réalité augmentée, semble être bénéfique. D'autres programmes incluant des technologies visant à améliorer d'autres capacités cognitives (autonomie, autorégulation, empowerment et réalisation de soi, motivation, fonctions exécutives) ont eu des résultats plus mitigés, et des travaux supplémentaires sont nécessaires (Bellon-Harn et Manachaiyah, 2021 ; White et al., 2016).

Bien que l'utilisation de la technologie et des outils numériques semble avoir des effets positifs chez les étudiants avec TSA à l'Université, ces résultats doivent être nuancés compte tenu de la présence d'un certain nombre de limites. Tout d'abord, cette revue de la littérature a identifié un nombre assez restreint d'articles ($n = 20$), couvrant un large éventail de thématiques et de technologies, tout en étant nécessairement contrainte par la requête, les critères d'inclusion, les bases de données utilisées, etc. Ce nombre limité d'articles est plutôt compréhensible au vu de l'introduction assez récente de programmes visant à faciliter l'inclusion des étudiants avec TSA à l'Université (Davis et al., 2021). Parmi les articles étudiés, l'évaluation de la qualité a montré

que les protocoles mis en place étaient de qualité très variable, parfois très bien conçus, parfois avec des questions de recherche peu claires et divers problèmes méthodologiques. Enfin, la grande majorité des articles de cette revue sont des études de cas impliquant seulement un à quatre participants, avec des protocoles de type ABAB⁵⁰. Étant donné la grande variabilité des profils des étudiants avec TSA, tous les auteurs de ces différents articles soulignent l'importance de ne pas généraliser ces résultats et de continuer plutôt à produire de nouveaux travaux afin de les confirmer (Simon et Hines, 2017).

En conclusion, cette revue systématique met en évidence les bénéfices que la technologie et les outils numériques peuvent apporter aux étudiants avec TSA à l'Université en termes de capacités académiques, de capacités de communication et d'interactions, ainsi qu'en termes de capacités de navigation spatiale. Par conséquent, l'utilisation de ces technologies par les étudiants avec TSA et la mise à disposition systématique de ces outils dans le cadre des dispositifs de soutien semblent être un moyen pertinent susceptible de faciliter leur vie et leur réussite académique. Des travaux supplémentaires, utilisant des méthodologies robustes et incluant un plus grand nombre d'étudiants, sont nécessaires pour confirmer ces résultats et tirer des conclusions claires sur la manière de promouvoir la réussite académique des étudiants avec TSA à l'aide d'outils numériques.

⁵⁰ Un protocole de recherche de type ABAB est un modèle de recherche expérimentale utilisé principalement en psychologie et dans les sciences comportementales pour évaluer l'efficacité d'une intervention. Il se déroule en 4 étapes : 1) A1 (Niveau de base) : On observe et mesure le comportement cible sans intervention pour obtenir une référence de base ; 2) Phase B1 (Intervention) : L'intervention ou le traitement est introduit, et on observe si des changements se produisent dans le comportement cible ; 3) A2 (Retrait de l'intervention) : On retire l'intervention pour vérifier si le comportement retourne à son niveau de base. Cela aide à confirmer que les changements observés étaient bien dus à l'intervention ; 4) Phase B2 (Réintroduction de l'intervention) : L'intervention est réintroduite pour observer si le comportement s'améliore de nouveau. (Robert, 2019).

Article n°7 : Évaluation de la pertinence et de l'implémentation des pratiques pédagogiques adaptées aux étudiants avec TSA à l'Université

État de l'article

Soumis dans *Journal of Autism and Developmental Disorders* en juillet 2024

Présenté à la Journée Atypie Friendly de l'Université de Bordeaux (2023).

Introduction et rappel du contexte

Au-delà d'identifier les outils numériques adaptés au profil de ces étudiants, les réflexions et les données concernant les pratiques pédagogiques spécifiquement adaptées à ce type de public constitue également une voix prometteuse en vue d'optimiser l'inclusion universitaire des étudiants.

Cependant, tout comme pour les outils numériques, peu de travaux académiques se sont centrés sur les pratiques pédagogiques qui peuvent bénéficier aux étudiants avec TSA dans l'enseignement supérieur (Sacrestano, 2022).

La plupart des travaux existants prennent la forme de guides de bonnes pratiques, rédigés par et pour les enseignants universitaires (Atypie-Friendly, 2023 ; Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022).

Ces guides sont généralement composés de trois thèmes majeurs.

Le premier thème concerne les pratiques pédagogiques relatives aux informations et aux règles de cours. Il s'agit de pratiques impliquant par exemple d'informer les étudiants sur la manière dont ils peuvent interagir avec les enseignants (McKeon et al., 2013), sur la possibilité d'utiliser un casque réducteur de bruit (Atypie-Friendly, 2023), sur un éventuel changement d'horaire (Sacrestano, 2022), sur le fonctionnement du système de gestion de l'apprentissage (ex : Moodle) utilisé (McKeon et al., 2013), etc. Ces pratiques pédagogiques renvoient à l'une des caractéristiques typiques des personnes avec TSA relative à la nature restreinte et répétitive des comportements, intérêts ou activités (American Psychiatric Association, 2013), impliquant notamment l'intolérance au changement, l'adhésion inflexible aux routines, la détresse face à

des changements même mineurs et l'adhésion aux règles. De nombreuses études ont souligné la nécessité d'établir des règles et des routines pour les personnes avec TSA afin de gérer au mieux leur environnement (Charitaki et al., 2021). La présentation d'informations et de règles précises sur les cours, sans que l'étudiant ait besoin de les demander, rendrait l'environnement d'apprentissage plus confortable pour eux, ce qui pourrait avoir un impact sur leur bien-être (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013).

Le deuxième thème des pratiques pédagogiques universitaires adaptées aux étudiants avec TSA comprend des éléments relatifs à l'organisation et au contenu des cours. Ce thème englobe des pratiques telles que commencer le cours par une introduction générale ("Aujourd'hui, nous allons discuter de...") (McKeon et al., 2013), fournir un syllabus (plan du cours) détaillé (Gobbo et al., 2018), donner le choix sur les types de cours et les supports (cours magistraux, travaux dirigés, travaux pratiques, cours en face-à-face, en ligne, synchrones et asynchrones) (Pellenq et Mamelli, 2022), adopter un "enseignement explicite" (Hattie, 2015), etc. Une grande partie de ce thème de pratiques pédagogiques concerne également le fait de donner aux étudiants la possibilité de choisir les projets sur lesquels ils vont travailler, les thèmes qu'ils vont étudier, de choisir de travailler seul ou en groupe, ou encore la manière dont ils vont être évalués, etc. (Atypie-Friendly, 2023 ; Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022). Diverses lignes directrices soulignent donc l'importance d'avoir des leçons structurées et organisées pour faciliter l'apprentissage (Gobbo et al., 2018). Ces pratiques répondent à l'une des caractéristiques importantes des personnes TSA qui concerne les difficultés à organiser et à planifier leur vie quotidienne, entraînant des difficultés d'autonomie (McPeake et al., 2023).

Le troisième et dernier thème porte sur les éléments de conception des supports de cours PowerPoint. Les PowerPoint sont utilisés par une grande majorité d'enseignants à l'Université (plus de deux enseignants sur trois déjà en 2012, Baker et al., 2018). De nombreuses pratiques dans la conception des PowerPoint ont été mentionnées afin de faciliter la compréhension et l'apprentissage des étudiants (Baker et al., 2018 ; Garner & Alley, 2013 ; Kinchin, 2006), y compris des pratiques de conception universelle, telles que l'utilisation de polices sans-sérial, d'une charte graphique cohérente, de numérotation des diapositives, de limite de la quantité d'informations par diapositive, de mise en évidence des informations les plus importantes, etc. (Accessibility Toolkit for Open Educational Resources, 2023 ; Kinchin, 2006 ; Lespinet-Najib et Pinède, 2021 ; McKeon et al., 2013). La conception de PowerPoint est un défi majeur de la pédagogie inclusive (Kinchin, 2006), notamment pour les élèves et les étudiants avec TSA qui

ont particulièrement besoin d'un support visuel structuré et homogène pour leur apprentissage (McKeon et al., 2013).

Bien que ces lignes directrices mettent en évidence un certain nombre de pratiques pédagogiques clés pour les étudiants avec TSA, elles présentent plusieurs limites.

Tout d'abord, elles se fondent uniquement sur les retours d'expérience des enseignants universitaires (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022) et ne reposent pas sur une évaluation des pratiques pertinentes et souhaitées par les étudiants TSA eux-mêmes. Pourtant, différents auteurs soulignent aujourd'hui l'importance majeure d'engager et d'intégrer les retours des étudiants avec TSA sur la pédagogie universitaire dans la rédaction de guidelines et d'études sur le sujet (McPeake et al., 2023 ; Pellicano et al., 2018). De plus, il n'existe pas à notre connaissance de travaux permettant de connaître la mise en place concrète de ces pratiques actuellement dans les cours à l'Université. Par ailleurs, si les travaux sur les guides de bonnes pratiques ont donné lieu à de nombreuses recommandations sur les pratiques pédagogiques universitaires adaptées aux étudiants avec TSA, certaines pratiques sont totalement absentes alors qu'elles sont au cœur des travaux sur les méthodes pédagogiques actuelles. Un thème majeur de pratiques négligées par les lignes directrices concerne les stratégies d'engagement, qui se réfèrent aux pratiques visant à engager les étudiants, individuellement ou en collaboration, pendant les cours dans le but d'améliorer leur apprentissage (Chi et Wylie, 2014). Parmi ces pratiques, seule la prise de notes individuelle a fait l'objet d'une étude montrant qu'une formation à la prise de notes pouvait être bénéfique aux étudiants avec TSA (Reed et al., 2016). D'autres pratiques, des plus anciennes, comme la participation en classe ou la création de cartes conceptuelles (diagramme dans lequel chaque nœud représente un concept de cours et chaque lien identifie la relation entre deux concepts de cours), ou des pratiques numériques plus récentes comme les quiz gamifiés, n'ont jamais été évaluées auprès d'étudiants avec TSA. Ces pratiques ont pourtant montré des effets significatifs sur les performances académiques, l'engagement et la motivation chez les étudiants neurotypiques (Rocca, 2010 ; Schroeder et al., 2018 ; Yang et al., 2021 ; Zhang et Yu, 2021) (voir également notre article n°4).

Dans ce contexte, nous avons identifié dans la littérature scientifique les pratiques pédagogiques pertinentes pour les étudiants avec TSA à l'Université. Comme mentionné précédemment, ces pratiques issues des guides de bonnes pratiques n'ont jamais été évaluées par les étudiants avec TSA eux-mêmes (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013 ; Sacrestano, 2022). Ainsi, le

premier objectif de notre travail a été d'interroger les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques sur la pertinence de ces pratiques en utilisant un questionnaire. Leurs réponses ont été comparées à celles des étudiants neurotypiques. Le deuxième objectif de notre travail était de demander aux étudiants (TSA et neurotypiques), toujours par questionnaire, s'ils considéraient que ces pratiques étaient mises en œuvre dans les cours qu'ils suivaient.

Matériels et méthode

Participants

Au total, 431 étudiants de l'Université de Bordeaux (France) ont rempli le questionnaire. Les étudiants ont été divisés en deux catégories : les étudiants neurotypiques et les étudiants avec TSA. Au cours du questionnaire, il a été demandé aux étudiants s'ils avaient demandé des aménagements dans leur cursus en raison d'un handicap et, si oui, de quel handicap il s'agissait (réponse optionnelle). Au total, 413 étudiants ont été classés comme étudiants neurotypiques et 18 comme étudiants avec un TSA. Les étudiants présentant d'autres handicaps n'ont pas été inclus. Pour une répartition des étudiants par sexe, âge, disciplines et niveau d'études, voir le Tableau 8.1.

Conception du questionnaire

Comme indiqué dans la partie théorique, quatre thèmes ont été identifiés : "Informations et règles du cours", "Organisation et contenu du cours", "PowerPoint" et "Stratégies d'engagement" (Atypie-Friendly, 2023 ; Delfolie et Gérault, 2018 ; Gobbo et al., 2018 ; Lespinet-Najib et Pinède, 2021 ; McKeon et al., 2013 ; Pellenq et Mamelli, 2022 ; Sacrestano, 2022).

Au total, le questionnaire comprenait 14 pratiques pour "Informations et règles du cours", 14 pour "Organisation et contenu du cours", 18 pour "PowerPoint" et 8 pour "Stratégies d'engagement".

Pour chacune de ces pratiques, deux points ont été demandés aux étudiants : 1) s'ils considéraient la pratique comme pertinente (ex : "Selon vous, la possibilité de suivre le cours à distance devrait être offerte par tous vos enseignants") ; 2) si la pratique était généralement mise en œuvre dans les cours de leurs enseignants (ex : "En général, vous avez la possibilité de suivre le cours à distance - ex : via Zoom –").

Pour chaque pratique, les étudiants ont utilisé une échelle de Likert à 4 points pour juger la mise en place de la pratique dans les cours qu'ils suivent (1 = "Jamais", 2 = "Rarement", 3 = "Souvent", 4 = "Très souvent").

La pertinence des pratiques a également été évaluée à l'aide d'une échelle de Likert à 4 points (1 = "Tout à fait en désaccord", 2 = "En désaccord", 3 = "D'accord", 4 = "Tout à fait d'accord").

Le Tableau 8.2 répertorie l'ensemble des pratiques pour chaque thème.

À la fin du questionnaire, des questions portant sur la vie académique des étudiants (ex : ennui en cours, anxiété en cours, etc.) ont été posées (échelles de Likert allant de "1 = Pas du tout d'accord" à "5 = Tout à fait d'accord") ainsi que sur leur modalité de cours préférée (pas de préférence/Zoom/présentiel).

	Genre	Age	Disciplines étudiées	Niveau d'étude
Etudiants neurotypiques (n = 413)	Homme : n = 1 06 Femme : n = 290 Autre/Ne souhaite pas l'indiquer : n = 7	M = 21,0 [3.53]	- Sciences Humaines et Sociales : n = 89 - Sciences et Technologie : n = 214 - Sciences Politique, Droit, Économie, Gestion : n = 98 - Arts, Littérature, Langues : n = 4	Licence : n = 262 Master : n = 151 Doctorat : n = 0
Etudiants avec TSA (n = 18)	Homme : n = 6 Femme : n = 8 Autre/Ne souhaite pas l'indiquer : n = 4	M = 21,7 [2.97]	- Sciences Humaines et Sociales : n = 5 - Sciences et Technologie : n = 8 - Sciences Politique, Droit, Économie, Gestion : n = 4 - Arts, Littérature, Langues : n = 1	Licence : n = 16 Master : n = 1 Doctorat : n = 1

Tableau 8.1 : Caractéristiques des étudiants.

Thèmes	Pratiques pédagogiques	
Informations et règles du cours	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informations sur les changements d'horaires 2. Informations sur la notation du cours 3. Informations sur la possibilité de poser des questions par mails 4. Informations sur les dates de rendues (ex : projets) 5. Présentation de l'enseignant lors du premier cours 6. Présentation du Système de Gestion de l'Apprentissage (Moodle) 7. Pause à chaque heure de cours 8. Informations sur les conséquences des absences en cours 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Informations sur la possibilité de faire un retour sur la qualité du cours 10. Informations sur la possibilité de quitter le cours sans le demander 11. Informations sur la possibilité d'enregistrer le cours 12. L'enseignant demande aux étudiants si le niveau de luminosité ou de bruits dans la pièce est correct 13. Informations sur la façon d'interagir avec l'enseignant (ex : tutoiement, vouvoiement) 14. Informations sur la possibilité de porter un casque de réduction de bruits ou des lunettes de soleil
Organisation et contenu du cours	<ol style="list-style-type: none"> 1. Possibilité de participer au cours à distance via Zoom 2. Mise en place d'une classe inversée 3. Envoie d'un PowerPoint détaillé du cours avant la séance 4. Présentation des prérequis avant le début du cours 5. Présentation du plan du cours à chaque séance 6. Liens entre le cours et le monde du travail 7. Conseils sur des vidéos à regarder en lien avec le cours 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Choix des sujets des projets 9. Rappel des concepts traités à la fin du cours 10. Choix de réaliser les projets individuellement ou en groupe 11. Conseils de livres en lien avec le cours 12. Mise en place de projets 13. Choix des étudiants des méthodes d'évaluations 14. Choix des thématiques du cours
Powerpoint	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilisation d'une police sans serif (ex : Arial, Helvetica, Tahoma, Calibri, etc.) 2. Charte graphique homogène 3. Présence d'un sommaire 4. Superposition des éléments (ex : gras + soulignage + italique) 5. Formulations explicites (évitant les sous-entendus, l'implicite, les non-dits, les inférences, etc.) 6. Taille de caractères suffisamment lisible (au moins 18 pt) 7. Couleurs permettant d'être visibles par tous (ex : pas de couleurs rouge, orange et verte côte à côte) 8. Contraste entre la couleur du texte et le fond du Powerpoint 9. Définitions des acronymes utilisés 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Fond uni (ex : tout blanc) 11. Numérotation des diapositives 12. Informations limitées sur chaque diapositive (pour les rendre compréhensibles) 13. Décomposition des informations complexes en plusieurs informations plus simples 14. Sous-titrage des vidéos 15. Présence d'un glossaire 16. Présence d'un fil d'Ariane sur chaque diapositive 17. Indication du nombre total de diapositive 18. Une seule image ou graphique par diapositive
Stratégies d'engagement	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avoir accès au PowerPoint de cours pour l'annoter 2. Participation à des quiz de façon individuelle 3. Participation à des quiz de façon collective 4. Participation à des prises de notes individuelles 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Participation à des prises de notes collectives 6. Participation à la réalisation de cartes conceptuelles de façon individuelle 7. Participation à la réalisation de cartes conceptuelles de façon collective 8. Encouragement à poser des questions

Tableau 8.2 : Thèmes du questionnaire et items des pratiques pédagogiques. Note : Les pratiques les moins connues étaient expliquées dans le questionnaire (ex : cartes conceptuelles, quiz, prise de notes collaboratives, etc.).

Procédure

Le questionnaire a été envoyé à tous les directeurs et directrices des différentes unités de formation de l'Université de Bordeaux. Quatre d'entre eux ("Sciences humaines et sociales", "Sciences et technologie", "Droit, économie, gestion", "Sciences politiques") ont accepté de diffuser les questionnaires dans les listes de diffusion des étudiants. Le questionnaire a été diffusé entre février et juillet 2023. Le questionnaire a également été diffusé par le réseau bordelais du projet "Construire une Université Atypie-Friendly" et via le CRA (Centre de Ressources Autisme) Aquitaine, centre chargé de l'accueil, du diagnostic et de l'accompagnement des personnes avec TSA.

Éthique

L'approbation éthique a été obtenue auprès du Comité d'Éthique du Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux et du délégué à la protection des données de l'Université. Le questionnaire était totalement anonyme.

Résultats

Le Tableau 8.3 présente les données descriptives (réponses moyennes et écarts types) des étudiants (neurotypiques et TSA) concernant la pertinence des pratiques pédagogiques, ainsi que la mise en place de ces pratiques dans les cours universitaires. Pour la pertinence, les étudiants ont été invités à indiquer s'ils trouvaient les thèmes testés pertinents (échelle de Likert à 4 points). Pour la mise en œuvre, les étudiants ont été invités à indiquer si ces pratiques sont mises en œuvre dans les cours qu'ils suivent (échelle de Likert à 4 points également).

Les étudiants avec TSA étaient "tout à fait d'accord" sur la pertinence des pratiques pédagogiques pour les 4 thèmes ("Informations et règles du cours" = 3,65 [0,35] ; "Organisation et contenu du cours" = 3,29 [0,44] ; "PowerPoint" = 3,64 [0,32] ; "Stratégies d'engagement" = 3,32 [0,50] ; voir le Tableau 8.3), indiquant que les pratiques mentionnées dans les guides de bonnes pratiques présents dans la littérature sont en accord avec la pertinence qui leur est attribuée par les étudiants avec TSA. Concernant la mise en œuvre de ces pratiques, les étudiants avec TSA ont trouvé que les pratiques des thèmes "Informations et règles du cours" (M= 2,27 [0,21]), "Organisation et contenu du cours" (M= 2,06 [0,37]) et "Stratégies

d'engagement" (M= 2,10 [0,30]) étaient rarement mises en oeuvre dans leurs cours universitaires. Seul le thème "PowerPoint" (M = 2,79 [0,19]) a été jugé comme souvent mis en oeuvre (voir Tableau 8.3)

Dans l'ensemble, lorsque les étudiants avec TSA ont été interrogés sur la pertinence de ces pratiques et leurs perceptions de la mise en oeuvre de ces pratiques dans les cours qu'ils suivaient, les scores de pertinence étaient plus élevés que les scores de mise en oeuvre indiquant que ces pratiques ne sont pas suffisamment mises en oeuvre, compte tenu de l'importance que les étudiants leur accordent.

Thèmes	Pertinence		Mise en oeuvre	
	Neurotypiques	TSA	Neurotypiques	TSA
Informations et règles du cours	3.44 [0.31]	3.65 [0.35]	2.37 [0.35]	2.27 [0.29]
Organisation et contenu du cours	3.24 [0.39]	3.29 [0.44]	2.19 [0.36]	2.06 [0.30]
PowerPoint	3.46 [0.36]	3.64 [0.32]	2.84 [0.36]	2.79 [0.25]
Stratégies d'engagement	3.20 [0.49]	3.32 [0.50]	2.25 [0.41]	2.10 [0.25]

Tableau 8.3 : Scores moyens et écarts types pour la pertinence et la mise en oeuvre des thèmes de pratique pédagogique.

Ces résultats ont été explorés plus en détail comme suit.

Tout d'abord, une comparaison a été faite entre les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques concernant leur perception de la pertinence des quatre thèmes pédagogiques (complétée par une analyse des pratiques pédagogiques elles-mêmes et par une classification des pratiques jugées les plus pertinentes). Ensuite, une comparaison a été faite entre les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques sur leur perception de la mise en oeuvre des quatre thèmes dans les cours universitaires qu'ils suivent.

Pertinence des pratiques pédagogiques pour les étudiants avec TSA par rapport aux étudiants neurotypiques

Concernant les comparaisons entre étudiants avec TSA et étudiants neurotypiques sur la pertinence des pratiques, une ANOVA à 2 facteurs a été réalisée, avec la modalité des thèmes ("Informations et règles du cours"/"Organisation et contenu du cours"/"PowerPoint"/"Stratégies d'engagement") comme facteur à mesures répétées et la modalité des étudiants (TSA/Neurotypique) comme facteur inter-sujet.

L'ANOVA a révélé un effet significatif de la modalité des thèmes ($F(3,1287)=27,71, p<0,01$), un effet significatif de la modalité des étudiants ($F(1,429)=3,47, p<0,05$), et aucune interaction significative entre les modalités thèmes et étudiants ($F(3,1287)=0,79, p=0,50$).

Les comparaisons post-hoc (utilisation du test post-hoc de Bonferroni) ont indiqué que les thèmes "Informations et règles du cours" et "PowerPoint" ont été jugés statistiquement plus pertinents ($p<0,01$) par tous les étudiants (TSA et neurotypiques) que les thèmes "Organisation et contenu du cours" et "Stratégies d'engagement". De plus, l'effet de la modalité étudiant a révélé que les étudiants avec TSA jugeaient généralement les pratiques pédagogiques évaluées plus pertinentes que les étudiants neurotypiques ($p<0,05$).

Ainsi, les résultats ont montré que les étudiants avec TSA considèrent les pratiques pédagogiques évaluées comme plus pertinentes dans les cours universitaires que les étudiants neurotypiques. De plus, pour tous les étudiants, les thèmes "Informations et règles du cours" et "PowerPoint" sont les plus pertinents.

Pour clarifier ces résultats, nous avons réalisé une analyse (Tests de Student) sur chacune des pratiques pédagogiques elles-mêmes. Les analyses ont montré des différences significatives de pertinence pour 11 pratiques pédagogiques spécifiques (voir Tableau 8.4). Toutes ont été jugées significativement plus pertinentes par les étudiants TSA que par les étudiants neurotypiques.

Thèmes	Étudiants Neurotypiques	Étudiants avec TSA
Informations et règles du cours		
Présentation de l'environnement de gestion de l'apprentissage	M = 3.57 [0.57]	M = 3.83 [0.38]*
Informations sur les conséquences de l'absence en cours	M = 3.46 [0.65]	M = 3.78 [0.43]*
Informations sur la possibilité de quitter le cours si besoins sans le demander	M = 3.24 [0.75]	M = 3.72 [0.58]*
Informations sur la possibilité d'enregistrer le cours	M = 3.10 [0.76]	M = 3.50 [0.70]*
Informations sur la possibilité de porter un casque réducteur de bruit ou des lunettes teintées	M = 2.83 [0.85]	M = 3.32 [0.87]*
Organisation et contenu du cours		
-	-	-
PowerPoint		
Utilisation de polices sans serif	M = 3.39 [0.68]	M = 3.72 [0.46]*
Sous-titrage des vidéos	M = 3.45 [0.64]	M = 3.78 [0.55]*
Indication du nombre total de diapositives	M = 3.01 [0.83]	M = 3.50 [0.62]*
Stratégies d'engagement		
Accès au document Powerpoint pour faciliter la prise de notes pendant le cours	M = 3.58 [0.63]	M = 3.83 [0.38]*
Participation dans des prises notes collaboratives	M = 2.85 [0.92]	M = 3.33 [0.90]*
Participations à la création de cartes conceptuelles collaboratives	M = 2.75 [0.88]	M = 3.17 [0.71]*

Tableau 8.4 : Différences spécifiques dans la pertinence des pratiques pédagogiques entre les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques $*=p<0.05$.

Classification des pratiques pédagogiques les plus pertinentes pour les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques

Une classification de l'ensemble des moyennes de chaque item (pour les étudiants neurotypiques et avec TSA) est également présente en Annexe n°4. Pour chaque thème, les items ont été triés (en fonction des étudiants avec TSA) du plus pertinent au moins pertinent. Nous listerons ici les 3 pratiques jugées comme étant les plus pertinentes pour les étudiants avec TSA.

Pour le thème, "Informations et règles du cours", les 3 pratiques jugées comme étant les plus pertinentes par les étudiants TSA sont : 1) "1. Informations sur les changements d'horaires" ; 2) "4. Informations sur les dates de rendues" ; 3) "6. Présentation du Système de Gestion de l'Apprentissage".

Pour le thème, "Organisation et contenu du cours", les 3 pratiques jugées comme étant les plus pertinentes par les étudiants TSA sont : 1) "5. Présentation du plan du cours à chaque séance" ; 2) "4. Présentation des prérequis avant le début du cours" ; 3) "3. Envoie d'un PowerPoint détaillé du cours avant la séance".

Pour le thème, "PowerPoint", les 3 pratiques jugées comme étant les plus pertinentes par les étudiants TSA sont : 1) "6. Taille de caractères suffisamment lisible (au moins 18 pts)" ; 2) "3. Présence d'un sommaire" ; 3) "4. Superposition des éléments (ex : gras + soulignage)".

Pour le thème, "Stratégies d'engagement", les 3 pratiques jugées comme étant les plus pertinentes par les étudiants TSA sont : 1) "1. Avoir accès au PowerPoint de cours pour l'annoter" ; 2) "8. Encouragement à poser des questions" ; 3) "4. Participation à des prises de notes individuelles".

Mise en oeuvre des pratiques pédagogiques pour les étudiants avec TSA par rapport aux étudiants neurotypiques

Alors que les analyses ci-dessus se concentraient sur la pertinence des pratiques pédagogiques, ici les analyses se sont concentrées sur les différences de perception de la mise en oeuvre des quatre thèmes de pratiques pédagogiques dans les cours universitaires entre les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques.

Une ANOVA à 2 facteurs a été réalisée, avec la modalité des thèmes ("Informations et règles du cours"/"Organisation et contenu du cours"/"PowerPoint"/"Stratégies d'engagement") comme facteur à mesures répétées et la modalité des étudiants (TSA/Neurotypique) comme facteur inter-sujet.

L'ANOVA a révélé un effet significatif de la modalité des thèmes ($F(3,1287)= 98.92, p<0.01$), aucun effet significatif de la modalité des étudiants ($F(1,429)= 2.42, p=0.12$) et aucune interaction significative entre ces deux modalités ($F(3,1287)=0.48, p=0.70$).

Les tests post-hoc ont montré que les thèmes "Informations et règles du cours" et "Powerpoint" étaient statistiquement jugés plus mis en oeuvre dans les cours universitaires ($p<0.01$) par les étudiants avec TSA et neurotypiques que les thèmes "Organisation et contenu du cours" et "Stratégies d'engagement". De plus, les analyses post-hoc ont également révélé que le thème "PowerPoint" est également jugé plus mis en oeuvre que le thème "Informations et règles du cours" ($p<0.05$).

Ainsi, en général, les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques considèrent que le thème "PowerPoint" est mieux mis en oeuvre dans les cours universitaires qu'ils suivent que les trois autres.

Vie académique

Un certain nombre de questions a également visé à évaluer la vie académique des étudiants avec TSA, et ce en comparaison avec les étudiants neurotypiques.

Nos analyses (tests de Student) ont montré que les étudiants avec TSA avaient significativement plus d'anxiété en cours, pensaient plus à abandonner leur cursus et avaient plus de difficultés à travailler en groupe (voir Tableau 8.5). Aucune autre différence sur la vie académique n'a été identifiée entre les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques.

Questions	TSA	Neurotypiques
J'aime être en cours à l'Université	M = 3.39 [1.29]	M = 3.82 [1.10]
Je m'ennuie en cours à l'Université	M = 3.22 [1.31]	M = 3.00 [1.17]
Je me sens anxieux en cours à l'Université	M = 3.94 [1.11]*	M = 2.61 [1.37]
Le contenu des cours me motive à continuer mon année	M = 4.06 [0.94]	M = 3.62 [1.14]
Avoir de bonnes notes me motive à continuer mon année	M = 3.94 [1.11]	M = 4.23 [0.60]
J'ai de bonnes notes à l'Université	M = 3.72 [0.96]	M = 3.60 [1.06]
Je suis satisfait du niveau de mes notes à l'Université	M = 2.67 [1.50]	M = 3.20 [2.67]
Je pense à abandonner mes études à l'Université	M = 2.17 [1.76]*	M = 1.63 [1.06]
Je possède les compétences académiques nécessaires pour réussir dans mes études	M = 4.33 [0.59]	M = 4.07 [0.97]
J'ai des difficultés à travailler en groupe avec d'autres étudiants	M = 4.00 [1.50]*	M = 2.63 [1.24]
J'ai souvent l'impression de ne pas avoir d'amis à l'Université	M = 3.28 [1.64]	2.63 [1.51]

Tableau 8.5 : Vie académique des étudiants à l'Université. * = $p < 0.05$.

La préférence du format de cours (Présentiel/Zoom/Cela dépend des cours) a également été demandée aux étudiants. La Figure 8.3 montre que la majorité des étudiants neurotypiques préfèrent les cours en présentiel (58%), alors que pour les étudiants avec TSA, cette préférence va plutôt dépendre du type de cours (66%).

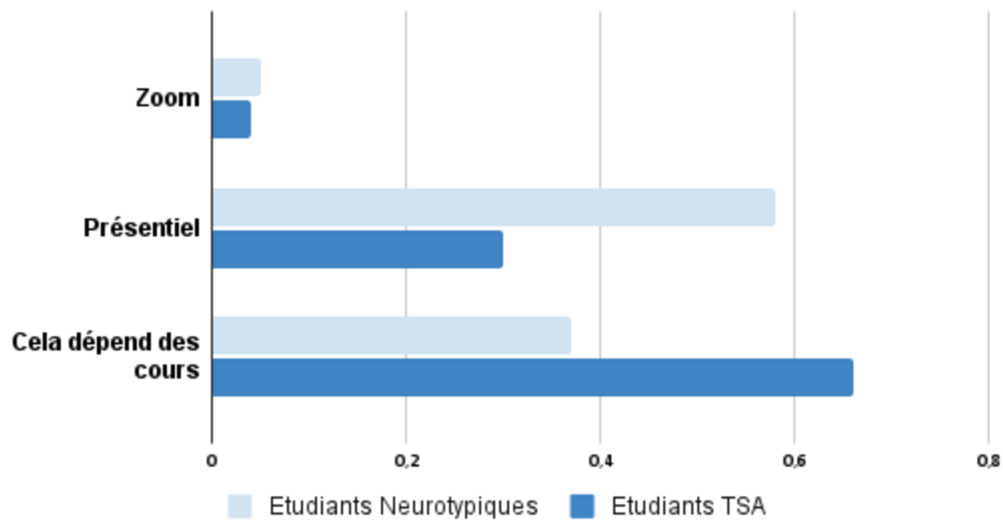


Figure 8.3 : Préférence du format de cours selon le profil des étudiants.

Discussion

L'objectif de ce travail était d'étudier : 1) la perception des étudiants avec TSA quant à la pertinence de pratiques pédagogiques ciblées, en comparaison avec les étudiants neurotypiques ; 2) la perception des étudiants avec TSA quant à la mise en place de ces pratiques pédagogiques dans les cours qu'ils suivent, toujours en comparaison avec les étudiants neurotypiques.

Ces objectifs sont particulièrement importants car, dans les études passées, les guides sur les pratiques pédagogiques pertinentes pour les étudiants avec TSA n'ont jamais été conçues ni testées auprès de ces étudiants, et se basaient uniquement sur la perception et les recommandations des enseignants (Atypie-Friendly, 2023 ; Delfolie et Gérault, 2018 ; Gobbo et al., 2018 ; Lespinet-Najib et Pinède, 2021 ; McKeon et al., 2013 ; Pellenq et Mamelli, 2022 ; Sacrestano, 2022). Pourtant, plusieurs auteurs soulignent l'importance d'intégrer les retours des étudiants avec TSA dans les réflexions sur la pédagogie universitaire (McPeake et al., 2023 ; Pellicano et al., 2018). Ainsi, cette étude est la première à examiner les opinions des étudiants avec TSA sur les pratiques pédagogiques à l'Université à travers quatre thèmes centraux identifiés dans les guides de bonnes pratiques et à les comparer aux opinions des étudiants neurotypiques.

En ce qui concerne la pertinence des pratiques pédagogiques, les résultats ont montré que les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques ont trouvé pertinentes les recommandations pédagogiques des guides de bonnes pratiques pour les cours universitaires. Les résultats montrent que ces pratiques sont jugées encore plus pertinentes par les étudiants avec TSA que par les étudiants neurotypiques. Ce résultat est en accord avec le fait que les pratiques testées s'appuient sur des guides de bonnes pratiques pédagogiques conçues pour les étudiants avec TSA (Atypie-Friendly, 2023 ; Delfolie et Gérault, 2018 ; Gobbo et al., 2018 ; Lespinet-Najib et Pinède, 2021 ; McKeon et al., 2013 ; Pellenq et Mamelli, 2022 ; Sacrestano, 2022).

Parmi ces pratiques, nos résultats montrent que les thèmes "Informations et règles du cours" et "PowerPoint" ressortent comme les plus pertinents. Ces résultats sont cohérents avec le besoin caractéristique des personnes avec TSA d'avoir accès à un environnement prévisible, régulier et de connaître les règles de cet environnement, en l'occurrence le milieu universitaire (Gobbo et al., 2018 ; McKeon et al., 2013).

Pour le thème "Informations et règles du cours", cinq items sont jugés plus pertinents par les étudiants avec TSA comparé aux étudiants neurotypiques. Ces cinq items (présentation du

système de gestion de l'apprentissage - ex : Moodle - ; informations sur les conséquences d'une absence en classe ; informations sur la possibilité de quitter le cours sans le demander ; informations sur la possibilité d'enregistrer le cours ; informations sur la possibilité de porter un casque antibruit ou des lunettes de soleil) renvoient directement à la nécessité de comprendre les règles de l'environnement du cours. En général, les personnes avec TSA démontrent des difficultés dans l'apprentissage, dans l'application et la flexibilité des règles abstraites, ce qui peut affecter leur capacité à réagir de manière appropriée dans certaines situations sociales (Jones et al., 2013). Ainsi, l'idée centrale ici est qu'il est primordial de fournir explicitement aux étudiants avec TSA les informations et les règles dont ils ont besoin dès le début du premier cours pour garantir que le processus d'apprentissage se déroule de la meilleure façon possible (McKeon et al., 2013). Le fait que les étudiants avec TSA considèrent plus pertinent d'avoir l'information sur la possibilité de porter un casque ou des lunettes pour réduire l'intensité des stimuli sonores et visuels est également cohérent avec la présence caractéristique dans le TSA d'une hyperactivité aux stimuli sensoriels (American Psychiatric Association, 2013). La pertinence de pouvoir enregistrer le contenu des cours est également cohérente avec les difficultés attentionnelles des personnes avec TSA, dont environ la moitié ont également un TDAH (Bougéard et al., 2021). Cette pratique pourrait également permettre aux étudiants avec TSA de compenser certaines difficultés de prise de notes. En effet, certains auteurs soulignent que ces étudiants peuvent avoir plus de difficultés à suivre des cours magistraux ou à retranscrire le cours, à utiliser des abréviations, à discerner des informations importantes et à comprendre ce qu'ils ont écrit lorsqu'ils y reviennent plus tard en raison d'une altération de la motricité fine (Gurbuz et al., 2019 ; Reed et al., 2016). Enfin, le fait que les étudiants avec TSA ressentent de la fatigue, de l'anxiété, de la dépression dans des proportions plus importantes que leurs pairs neurotypiques (Jackson et al., 2018 ; McPeake et al., 2023), comme trouvé dans ce travail, peut aussi expliquer leur besoin particulier d'avoir accès à des informations claires sur les conséquences des absences en cours, ou de savoir qu'ils peuvent sortir de classe en cas de besoin.

Concernant la thématique "PowerPoint", trois items ont été jugés plus pertinents par les étudiants avec TSA (l'utilisation de polices sans-sérial ; le sous-titrage des vidéos ; l'indication du nombre total de diapositives). Il s'agit d'un résultat intéressant, notamment pour ce qui concerne l'utilisation de polices sans-sérial, très souvent jugées pertinentes dans les guides de bonnes pratiques (Raymaker et al., 2019), mais dont la pertinence réelle pour les étudiants avec TSA n'a, à notre connaissance, jamais été évaluée. L'importance plus grande accordée au sous-

titrage des vidéos et à l'indication du nombre total de diapositives sur le PowerPoint est probablement liée aux éventuelles difficultés attentionnelles des personnes avec TSA. Plus précisément, un grand nombre d'études ont montré que le sous-titrage des vidéos améliore la compréhension, l'attention et la mémorisation de la vidéo à tous les âges (enfants, adolescents, étudiants et adultes) et particulièrement chez les étudiants en situation de handicap (Gernsbacher, 2015). Bien que plus rarement étudiée, certains auteurs ont montré que cela constituait également une pratique pertinente pour les enfants avec TSA (Mechling et Moser, 2010).

Certaines pratiques du thème "Stratégies d'engagement" ont également été jugées plus pertinentes par les étudiants avec TSA (accès au PowerPoint pour pouvoir l'annoter pendant le cours, mise en place d'une prise de notes collaborative, mise en place de cartes conceptuelles collaboratives). Avoir accès au PowerPoint pour l'annoter pendant le cours répond aux besoins attentionnels et d'anticipation des étudiants avec TSA (Bougeard et al., 2021), qui aimeraient certainement pouvoir se préparer à la leçon et avoir une plus grande facilité à annoter. La prise de notes, bien que difficile pour certains étudiants avec TSA comme mentionné ci-dessus, demeure une pratique académique centrale. De nombreuses études ont montré que chez les étudiants neurotypiques, la prise de notes est liée positivement à la réussite (Luo et al., 2018). De plus, pour les étudiants neurotypiques, l'accès à un support PowerPoint à annoter pour faciliter la prise de notes permet d'améliorer les performances aux partiels (Marsh et Sink, 2010) et d'avoir une plus grande satisfaction, une plus grande attention et un plus grand intérêt pour le sujet du cours (Augustin, 2020 ; Avval et al., 2013). Reed et al., (2016) ont également montré que former des étudiants avec TSA à une prise de notes de qualité peut être efficace pour améliorer la réussite académique. Ainsi, la prise de notes, particulièrement lorsqu'elle est accompagnée du PowerPoint à annoter, semble être une pratique pertinente pour les étudiants avec TSA.

Nos résultats montrent également que les étudiants avec TSA souhaitent davantage d'activités collaboratives (prise de notes collaborative et création de cartes conceptuelles collaboratives) lors de leurs cours à l'Université. Comme pour la prise de notes, certaines études ont montré que l'utilisation de cartes conceptuelles dans l'enseignement peut également faciliter l'apprentissage des personnes avec TSA, bien que les études existantes se concentrent actuellement sur les enfants (Jackson et Hanline, 2020 ; Koçak et Sari, 2021). La dimension collaborative qui ressort de nos résultats fait écho à la spécificité majeure du diagnostic de TSA, qui est la difficulté d'interaction sociale et de communication (critère A, voir Chapitre 4) et qui

se caractérise à l'Université par des difficultés à interagir avec les autres étudiants, à se faire des amis, à travailler en groupe, etc. (McLeod et al., 2019 ; McPeake et al., 2023). Ces mêmes études rapportent également que les étudiants avec TSA ont des difficultés à développer des relations avec leurs pairs si un autre étudiant ne fait pas le premier pas. Malgré ces difficultés, des travaux récents auprès d'étudiants avec TSA montrent que les participants rapportent un fort désir de travailler de manière collaborative (McPeake et al., 2023). Cette volonté de travailler en collaboration peut expliquer pourquoi, dans notre étude, les étudiants avec TSA sont particulièrement désireux de participer à des activités collaboratives. Cette volonté de participer à des activités collaboratives est intéressante, car des recherches ont montré que la collaboration améliore l'engagement des élèves et les résultats académiques (Chi et Wylie, 2014 ; Rocca, 2010 ; Schroeder et al., 2018 ; Yang et al., 2021 ; Zhang et Yu, 2021).

À titre informatif, une partie de ma thèse s'étant intéressée aux quiz gamifiés (ex : Wooclap) (voir Chapitres 3 et 7), deux questions ont porté sur la pertinence et la mise en œuvre des quiz gamifiés pratiqués individuellement et collaborativement. Les étudiants avec TSA et neurotypiques ont obtenu des scores élevés concernant la pertinence de la pratique des quiz gamifiés de façon individuelles (respectivement $M = 3.28 [0.90]$ et $M = 3.20 [0.85]$) et de façon collaborative (respectivement $M = 2.83 [1.10]$ et $M = 2.99 [0.91]$). De plus, aucune différence significative entre étudiants avec TSA et étudiants neurotypiques n'a été observée. Là encore, ce résultat souligne l'intérêt que les étudiants avec TSA portent aux pratiques collectives (en tout cas en binôme) et de futures études seront nécessaires pour cerner plus précisément cette attente des étudiants avec TSA.

Le deuxième objectif de notre travail était d'évaluer si les étudiants (TSA et neurotypiques) trouvent que ces pratiques pédagogiques sont mises en œuvre par les enseignants dans les cours qu'ils suivent. Tout d'abord, la thématique "PowerPoint" a été jugée comme souvent mise en œuvre par les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques et a été jugée significativement plus mise en œuvre que les trois autres thèmes. Ce résultat est intéressant car la thématique "PowerPoint" a été considérée comme la plus pertinente par les étudiants. Une explication à ce résultat est que les directives sur la conception de PowerPoint correspondent à des recommandations plus générales, ciblant un public plus large que les étudiants avec TSA, ce qui a pu faciliter l'accès des enseignants à ces recommandations et leur mise en œuvre dans leurs cours (Accessibility Toolkit for Open Educational Resources, 2023 ; Baker et al., 2018 ; Kinchin, 2006 ; Lespinet-Najib et Pinède, 2021). En plus des résultats sur les PowerPoint, nos

résultats ont également montré que les thèmes "Informations et règles du cours", "Organisation et contenu du cours" et "Stratégies d'engagement" étaient jugés comme peu mis en oeuvre dans les cours universitaires par les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques. Ce résultat doit être considéré avec attention dans la mesure où les étudiants, particulièrement ceux avec TSA, accordent également à ces trois thèmes un haut degré de pertinence montrant qu'ils souhaiteraient certainement voir ces pratiques inclusives plus largement mises en oeuvre.

Les raisons pour lesquelles les étudiants considèrent que les pratiques adaptées sont insuffisamment mises en oeuvre par les enseignants universitaires sont diverses. Une explication possible peut être liée à la position de certains enseignants face à un public ayant des besoins spécifiques, notamment les étudiants avec TSA. En effet, Gibbons et al., (2015) ont constaté que seulement 64,7 % des enseignants universitaires sondés dans une grande Université publique se sentaient d'accord avec un changement de style d'enseignement pour permettre l'égalité des chances pour tous les étudiants et 47,1 % estimaient que la présence d'étudiants ayant une déficience intellectuelle ou un TSA dans leurs cours interférerait avec le déroulement habituel des cours. Un pourcentage plus faible de professeurs (25,5 %), mais tout de même important, pensent même que ces étudiants occupent déjà trop de temps durant leurs cours. Une autre explication possible est le manque de connaissances des enseignants concernant les pratiques pédagogiques adaptées au profil des étudiants avec TSA. Tipton et Blacher, (2014) par exemple, ont montré que les professeurs ont moins de connaissances sur l'autisme que les étudiants. Sur la base de ces résultats, l'étude de Sacrestano (2022) suggère que les établissements doivent offrir aux professeurs des opportunités de se former pour en apprendre davantage sur le TSA afin qu'ils aient les connaissances nécessaires pour appliquer ces pratiques à leur enseignement. Cette mesure semble d'autant plus pertinente car d'autres travaux ont montré qu'une grande majorité des professeurs est prête à s'engager dans une formation pour mieux comprendre et adapter les pratiques d'enseignement aux étudiants avec TSA (88 %, Zeedyk et al., 2019 ; 89,4 %, Sacrestano, 2022).

Conclusion

En conclusion, notre étude est la première à avoir interrogé des étudiants avec TSA sur la pertinence des pratiques pédagogiques adaptées à leur profil spécifique. Nous leur avons également demandé s'ils considéraient que ces pratiques étaient mises en oeuvre dans les cours qu'ils suivaient à l'Université. Nos résultats ont montré que : 1) les pratiques pédagogiques évaluées étaient jugées pertinentes à la fois par les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques ; 2) deux catégories de pratiques étaient jugées plus pertinentes que les autres : "PowerPoint" et "Informations et règles du cours" ; 3) des pratiques (n = 11) étaient jugées plus pertinentes par les étudiants avec TSA que par les étudiants neurotypiques (ex : utilisation de polices sans-sérial, informations sur la possibilité de porter un casque antibruit ou des lunettes de soleil, etc.) ; 4) les pratiques pédagogiques de la catégorie "PowerPoint" sont significativement plus mises en oeuvre dans les cours universitaires que les autres ; 5) les étudiants considéraient que ces pratiques n'étaient pas suffisamment mises en oeuvre dans leurs cours (par rapport à leur niveau de pertinence). Ces derniers points soulignent la nécessité d'encourager le développement de pratiques pédagogiques inclusives à l'Université.

Implications

Ce travail s'inscrit dans un enjeu majeur pour les Universités visant la mise en place de politiques d'inclusion accueillantes et bienveillantes, notamment pour les étudiants avec TSA, afin de leur permettre d'accéder à une formation qualifiante menant à l'emploi (Sarrett, 2018). Cependant, cela n'est rendu possible que si, en premier lieu, les étudiants concernés ont un soutien suffisant pour réaliser leur parcours études supérieures (McPeake et al., 2023). Les établissements et les enseignants doivent donc avoir accès à des évaluations de pratiques pédagogiques pertinentes et souhaitées par les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques. Cela est particulièrement vrai pour les Universités françaises qui, bien qu'ayant évolué en termes d'approches pédagogiques et de politiques inclusives, sont encore en retard par rapport aux Universités anglo-saxonnes (McPeake et al., 2023). Dans ce contexte, nos résultats pourraient s'avérer utiles pour la mise en place de formations pour les enseignants, mais aussi, plus généralement pour sensibiliser les personnels universitaires et les étudiants aux TSA, dans la mesure où les représentations erronées sont encore bien trop souvent source d'incompréhension et de discrimination (Sacrestano, 2022 ; Sarrett, 2018).

Conclusion générale du chapitre

Ce chapitre avait pour objectif de permettre une meilleure compréhension des pratiques pédagogiques et des outils numériques existants et de leur acceptation par les étudiants avec TSA. Nous allons revenir sur les différents éléments issus des 2 articles ayant permis de répondre à cet objectif.

Le premier travail a consisté en une revue systématique des travaux existants sur les technologies et outils numériques pouvant servir aux étudiants avec TSA à l'Université, à la fois sur le plan académique et dans leur vie quotidienne. Différents outils sont utilisés pour assister les étudiants avec TSA, comme des applications mobiles, des systèmes d'apprentissage à distance, des systèmes de coaching, de la modélisation vidéo, des montres connectées, etc. Trois thèmes centraux permettant de classer ces outils numériques ont été identifiés dans notre revue : la technologie pour faciliter l'apprentissage ; la technologie pour faciliter et assister la communication et l'interaction ; et les technologies pour soutenir les capacités cognitives et les fonctions exécutives. Les technologies identifiées contribuent à améliorer l'acquisition de connaissances dans différents domaines (vocabulaire scientifique, programmation, statistiques) ou permettent aux étudiants d'être plus engagés pendant les cours et de mieux gérer leurs révisions. Ces outils numériques permettent également d'entraîner des étudiants avec TSA à entretenir une conversation, par exemple en posant des questions, ou améliorent leur reconnaissance des expressions faciales et les émotions des personnes avec lesquelles ils interagissent. Enfin, les technologies identifiées visent également à soutenir les capacités cognitives et les fonctions exécutives des étudiants avec TSA (ex : navigation spatiale). Cependant, bien que l'utilisation de la technologie et des outils numériques semble avoir des effets positifs chez les étudiants avec TSA à l'Université, ces résultats doivent être nuancés compte tenu des limites identifiées dans les différents travaux inclus dans notre revue, notamment le faible nombre de participants (études de cas), la grande variabilité d'outils étudiés ou encore parfois, la faible qualité méthodologique.

Le second travail de ce chapitre avait quant à lui pour objectif d'interroger des étudiants avec TSA sur la pertinence des pratiques pédagogiques adaptées à leur profil spécifique. Nous leur avons également demandé s'ils considéraient que ces pratiques étaient mises en place dans les cours qu'ils suivaient à l'Université. Nos résultats ont montré que : 1) les pratiques

pédagogiques évaluées étaient jugées pertinentes à la fois par les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques ; 2) deux catégories de pratiques étaient jugées plus pertinentes que les autres : "PowerPoint" et "Informations et règles du cours" ; 3) des pratiques (n = 11) étaient jugées plus pertinentes par les étudiants avec TSA que par les étudiants neurotypiques (ex : utilisation de polices sans-sérial, information sur la possibilité de porter un casque antibruit ou des lunettes de soleil, etc.) ; 4) les pratiques pédagogiques de la catégorie "PowerPoint" sont significativement plus mises en oeuvre dans les cours universitaires que les autres ; 5) les étudiants considéraient que ces pratiques n'étaient pas suffisamment mises en oeuvre dans leurs cours (par rapport à leur niveau de pertinence).

Les étudiants avec TSA souhaitaient également pouvoir choisir entre l'enseignement à distance synchrone et l'enseignement en présentiel en fonction du type de cours qu'ils suivent, confortant l'importance d'avoir une meilleure compréhension de cette modalité d'apprentissage comme discuté dans les chapitres précédents (Chapitres 2 et 6).

Enfin, nos analyses ont montré que les étudiants avec TSA présentaient significativement plus d'anxiété en cours et pensaient plus à abandonner leur cursus comparé aux étudiants neurotypiques, confirmant la pertinence de mettre en place des pratiques pédagogiques et des outils numériques adaptés à leurs profils.

Chapitre n° 9 : Discussion générale

Dans ce dernier chapitre nous allons discuter les résultats issus des différents travaux que nous avons menés. Nous présenterons également les perspectives de travaux futurs.

La réussite académique des étudiants est l'enjeu principal des Universités françaises, qui ne se définit plus uniquement par l'obtention de bons résultats académiques et l'obtention finale d'un diplôme (marqueurs cognitifs), mais également par un ensemble de marqueurs affectifs (émotions, satisfaction, motivation etc.) et comportementaux (engagement, participation, etc.) (Bloom, 1956 ; Trapmann et al., 2007 ; Van Rooij et al., 2018 ; York et Gibson, 2015). Une meilleure compréhension des facteurs influençant cette réussite académique est donc un enjeu crucial, d'autant plus que de nombreux étudiants sont aujourd'hui confrontés à des problématiques de santé mentale (troubles anxieux, dépression, idées suicidaires) et à l'abandon de leurs études, problématiques renforcées depuis la pandémie de Covid-19 (Arsandaux et al., 2021 ; Macalli et al., 2022 ; Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2018). En lien également avec la crise sanitaire, la pratique de l'apprentissage à distance, et notamment sa modalité synchrone (ex : Zoom), a explosé à l'échelle mondiale et semble destinée à s'imposer comme un mode d'apprentissage courant, notamment compte tenu des futurs événements (ex : pandémie) présagés par les modélisations du changement climatique (GIEC, 2024). Couplées à ce développement de l'apprentissage à distance, mais également à la révolution technologique et aux réflexions pédagogiques visant à encourager l'engagement des étudiants durant les cours, ces dernières années ont également vu l'essor d'outils pédagogiques numériques et gamifiés (ex : application portable de quiz, environnement de réalité virtuelle à visée éducative, etc.) (Ritzhaupt et al., 2021).

Dans ce contexte, l'objectif général de ma thèse était d'avoir une meilleure compréhension de l'impact de l'apprentissage à distance synchrone et des outils numériques gamifiés sur la réussite académique.

À cette fin, cette thèse s'est articulée autour de deux grands axes :

Le premier visait à identifier les principaux facteurs susceptibles d'impacter la réussite universitaire en apprentissage à distance synchrone et l'évaluation de leur importance relative à l'aide de méthodes d'analyses multifactorielles et de classification hiérarchiques (article n°1) ainsi que de modèles de médiation-modération (article n°2). Nous avons également comparé

l'apprentissage à distance synchrone et l'apprentissage en présentiel (article n°3) afin d'identifier l'impact différentiel de ces deux modalités d'apprentissage sur les marqueurs de la réussite académique.

Pour le second axe, nous nous sommes intéressés (article n°4) à l'impact, sur différents marqueurs de la réussite académique, des dimensions actif/passif et individuel/collaboratif lors de l'utilisation d'une application de quiz gamifiés (Wooclap). Puis nous nous sommes également intéressés à l'impact sur différents marqueurs de la réussite académique de cette même dimension actif/passif ainsi que de la dimension immersive/non-immersive dans une situation d'apprentissage à distance asynchrone utilisant un jeu sérieux (laboratoire virtuel) (article n°5).

En perspective et dans le prolongement de ces différentes études ainsi que dans le cadre du projet national "Construire une Université Atypie-Friendly", nous avons mené une réflexion autour des outils numériques (article n°6 a, b) et des pratiques pédagogiques (article n°7) à destination des étudiants avec TSA à l'Université.

Nous allons dans un premier temps revenir sur les principaux résultats obtenus dans les différentes études réalisées au cours de ma thèse.

Principaux résultats des articles réalisés

La première partie de ma thèse a donc porté sur l'étude de l'apprentissage à distance synchrone, de son impact sur les marqueurs de la réussite académique et du rôle de facteurs individuels dans cette réussite (Chapitre 6).

Le premier travail a permis d'identifier les relations entre différents marqueurs de la réussite (performance académique - moyenne générale, QCM -, émotions, interactions étudiant-enseignant, engagement, sentiment de présence, effets négatifs - ex : maux de tête induits par l'usage du numérique -) et différents facteurs individuels (personnalité, attention, mémoire, motivation, connaissances numériques) en apprentissage à distance synchrone.

Nos résultats ont notamment confirmé le rôle central de la motivation intrinsèque dans la réussite académique (Siemens et al., 2015), et son lien avec les émotions positives (plaisir, fierté, espoir de réussite), l'engagement dans le cours, le sentiment de présence, ainsi que de faibles émotions négatives (ennui, anxiété, colère, etc.) et de faibles effets négatifs (ex : maux de tête, fatigue visuelle) ressentis par les étudiants. De plus, les interactions étudiant-enseignant, en particulier les échanges oraux (par l'intermédiaire du micro du logiciel Zoom), se sont révélées être des facteurs clés de la performance académique (moyennes générales, QCM), soulignant l'importance de favoriser les interactions dans les cours à distance synchrones. Enfin, bien que les traits de personnalité, les capacités cognitives et les compétences numériques aient un rôle moins important dans cet environnement d'apprentissage, leur influence indirecte via des interactions plus complexes a été étudiée dans le second travail de cette thèse.

Ce second travail a mis en évidence que l'effet des traits de personnalité (extraversion et ouverture d'esprit) sur la performance académique (moyennes générales, QCM) en apprentissage à distance synchrone pouvait s'expliquer par des mécanismes complexes (effets indirects et modérateurs) impliquant les interactions étudiant-enseignant et les capacités cognitives des étudiants (attention, mémoire). Les interactions étudiant-enseignant ont donc bien un rôle essentiel dans la réussite académique en apprentissage à distance synchrone.

Enfin, le dernier travail de ce chapitre a permis de montrer que l'apprentissage à distance synchrone peut être une bonne alternative à l'apprentissage en présentiel pour faire face aux défis sociétaux futurs⁵¹, avec des niveaux de performance académique et d'interactions

⁵¹ Outre les enjeux pédagogiques, en France, la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre et les défis de sécurité sanitaire et alimentaire, du fait du changement climatique, des risques épidémiques et du récent conflit

similaires à l'apprentissage en présentiel, ainsi qu'un niveau de plaisir plus élevé et une réduction de l'anxiété. Néanmoins, l'engagement cognitif et le sentiment de présence étaient à des niveaux inférieurs à ceux de l'apprentissage en présentiel, ainsi que le niveau de honte.

Compte tenu de l'importance du lien entre la performance académique et les différents marqueurs affectifs et comportementaux (interactions et engagement) de la réussite académique identifiés dans la première partie de cette thèse, la seconde partie (Chapitre 7) avait pour objectif de s'intéresser aux effets d'une pratique pédagogique, l'apprentissage gamifié, qui vise à renforcer ces marqueurs (Krath et al., 2021). Nous allons revenir sur les différents résultats issus des deux articles ayant permis de répondre à cet objectif.

Le premier travail a montré que les éléments de jeu actifs et collaboratifs dans les quiz gamifiés étaient efficaces (Wooclap) pour améliorer les marqueurs cognitifs, comportementaux et affectifs. Plus précisément, nos résultats ont montré que l'interaction active avec l'application de quiz gamifié améliore l'acquisition des connaissances, les interactions étudiant-enseignant et l'acceptation de la technologie. De plus, la collaboration a réduit l'ennui des étudiants pendant le cours et a renforcé l'effet du mode actif sur l'acquisition des connaissances.

Le second travail de ce chapitre a permis de souligner de nouveau l'importance du rôle de l'interaction active (en comparaison à une interaction passive), mais cette fois sur la motivation intrinsèque, les émotions, l'engagement et l'acquisition de connaissances. Ce résultat a été obtenu via un environnement virtuel éducatif de type laboratoire virtuel permettant de suivre un cours de pharmacologie à distance (asynchrone). En plus de cet effet de l'interaction active, l'environnement virtuel en tant que tel permet également d'améliorer la motivation intrinsèque, les émotions positives et l'engagement des étudiants en comparaison à un apprentissage traditionnel (PPT de cours). Cependant l'environnement virtuel n'entraîne pas une meilleure acquisition de connaissances chez les étudiants, possiblement en raison du faible niveau d'immersion de l'environnement virtuel.

Ainsi, basé sur la théorie de l'apprentissage gamifié de Landers (2014), ce chapitre a permis d'identifier deux outils numériques (application de quiz et laboratoire virtuel) et trois éléments de jeux pertinents (l'interaction active, la collaboration et l'environnement virtuel, en particulier l'immersion) permettant d'améliorer la réussite académique des étudiants universitaires.

en Ukraine, impliqueront une politique de limitation des déplacements et de re-ruralisation, faisant du télétravail et de l'accès à l'enseignement à distance un enjeu sociétal majeur (GIEC, 2023).

En perspective et dans le prolongement de ces différentes études, notre dernier chapitre (Chapitre 8) avait pour objectif de permettre une meilleure compréhension des pratiques pédagogiques et des outils numériques existants et de leur acceptation par les étudiants avec TSA. Nous allons revenir sur les différents résultats issus des deux articles ayant permis de répondre à cet objectif.

Le premier travail a consisté en une revue systématique de la littérature et a permis de faire la synthèse des travaux existants sur les technologies et outils numériques pouvant servir aux étudiants avec TSA à l'Université, à la fois sur le plan académique et dans leur vie quotidienne. Différents outils ont été étudiés dans la littérature scientifique pour assister les étudiants avec TSA, comme des applications mobiles, des systèmes d'apprentissage à distance, des systèmes de coaching, de la modélisation vidéo, des montres connectées, etc.

Notre revue de la littérature a permis d'identifier trois thématiques centrales dans l'utilisation de ces outils : la technologie pour faciliter l'apprentissage ; la technologie pour faciliter et assister la communication et l'interaction ; et la technologie pour soutenir les capacités cognitives et les fonctions exécutives. Les technologies identifiées contribuaient donc à améliorer l'acquisition de connaissances dans différents domaines (vocabulaire scientifique, programmation, statistiques) ou à permettre aux étudiants d'être plus engagés pendant les cours et à mieux gérer leurs révisions. Ces outils numériques permettent également d'entraîner des étudiants avec TSA à entretenir une conversation, par exemple en posant des questions, ou en améliorant leur reconnaissance des expressions faciales et des émotions des personnes avec lesquelles ils interagissent. Enfin, les technologies identifiées visaient également à soutenir les capacités cognitives et les fonctions exécutives des étudiants avec TSA (ex : navigation spatiale). Cependant, bien que l'utilisation de la technologie et des outils numériques semble avoir des liens positifs avec la réussite académique des étudiants avec TSA à l'Université, ces résultats doivent être pris avec précautions. En effet, nous avons pu noter un certain nombre de limites dans les différents travaux inclus dans cette revue, notamment le faible nombre de participants (études de cas), la grande variabilité d'outils étudiés ou encore la faible qualité méthodologique de certaines études.

Le second travail de ce chapitre avait pour objectif d'interroger des étudiants avec TSA (n = 18) sur la pertinence des pratiques pédagogiques adaptées à leur profil spécifique (en comparaison à des étudiants neurotypiques). Nous leur avons également demandé s'ils considéraient que ces pratiques étaient mises en oeuvre dans les cours qu'ils suivaient à l'Université. Concernant ces

pratiques pédagogiques nos résultats ont montré que : 1) les pratiques pédagogiques évaluées étaient jugées pertinentes à la fois par les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques ; 2) deux catégories de pratiques étaient jugées plus pertinentes que les autres : "PowerPoint" et "Informations et règles du cours" ; 3) des pratiques (n = 11) étaient jugées plus pertinentes par les étudiants avec TSA que par les étudiants neurotypiques (ex : utilisation de polices sans-sérif, information sur la possibilité de porter un casque antibruit ou des lunettes de soleil, etc.) ; 4) les pratiques pédagogiques de la catégorie "PowerPoint" étaient significativement plus mises en oeuvre dans les cours universitaires que les autres ; 5) les étudiants considéraient que, généralement, ces pratiques n'étaient pas suffisamment mises en oeuvre dans leurs cours (par rapport à leur niveau de pertinence).

Les étudiants avec TSA souhaitaient également pouvoir choisir entre un apprentissage à distance synchrone et l'enseignement en présentiel en fonction des différents types de cours qu'ils sont amenés à suivre, confortant l'importance d'avoir une meilleure compréhension de cette modalité d'apprentissage comme discuté dans les chapitres précédents. Enfin, nos analyses ont montré que les étudiants avec TSA avaient un niveau significativement plus élevé d'anxiété en cours et pensaient plus à abandonner leur cursus en comparaison aux étudiants neurotypiques, confirmant l'importance de mettre en place des pratiques pédagogiques et des outils numériques adaptés à leurs profils.

Ainsi, à travers l'usage de nombreuses méthodologies et méthodes statistiques différentes, mon travail de thèse a permis une meilleure compréhension de l'impact de l'apprentissage à distance synchrone et des outils numériques gamifiés sur la réussite académique. Nous allons maintenant discuter certains points clés de nos résultats.

Distinction entre facteurs individuels et marqueurs de la réussite académique

Pour rappel, dans la "Taxonomie des objectifs éducationnels" (Bloom, 1956) et les reprises plus récentes (Anderson et al., 2000 ; Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makrin, 2017), trois grands domaines de marqueurs forment la réussite académique (voir Chapitre 1 pour plus de détails). Le domaine cognitif est défini comme le rappel ou la reconnaissance de connaissances et le développement d'aptitudes et de compétences intellectuelles, comprenant principalement l'acquisition de connaissances et la performance académique (notes, obtention du diplôme, etc.). Le domaine comportemental fait référence aux marqueurs mesurant l'implication de l'étudiant dans le processus d'apprentissage, tels que l'engagement ou la participation en classe (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makrin, 2017). Enfin, le domaine affectif est défini comme le traitement de l'apprentissage sur le plan émotionnel, tels que les sentiments ou les émotions ressenties, l'appréciation, l'enthousiasme et la motivation à suivre le cours (Krathwohl et al., 1973).

Tout au long de ma thèse, nous avons ainsi distingué les marqueurs cognitifs (ex : acquisition de connaissances, moyenne générale), comportementaux (ex : engagement, interactions) et affectifs (ex : émotions, motivation, sentiment de présence) de la réussite académique et les facteurs individuels, correspondant aux caractéristiques propres à l'étudiant (ex : traits de personnalité, capacités cognitives, compétences numériques).

Néanmoins, comme nous avons pu l'évoquer tout au long de ce travail, les limites sont parfois floues entre les différents domaines d'appartenance des différents marqueurs, mais aussi entre ces marqueurs de la réussite et les facteurs individuels.

C'est notamment le cas pour la notion "d'engagement". Dans nos différents travaux, l'engagement a été évalué par l'intermédiaire de différents items de l'échelle d'engagement du "ITC-Sense of Presence Inventory" (Lessiter et al., 2001), comme "Je me suis senti impliqué dans le cours" ou "Je faisais plus attention au cours qu'à mes propres pensées" (articles n°1 et 3). Il a également été évalué plus simplement en demandant aux étudiants, à plusieurs moments du cours, de répondre à la question suivante "À quel point vous sentez-vous engagé dans le cours actuellement" (article n°4) (Raes et al., 2020).

Ces échelles correspondent donc bien à "des facteurs (comprendre marqueurs) mesurant l'implication de l'étudiant dans le processus d'apprentissage", dans le domaine comportemental (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makrin, 2017). D'autres conceptualisations, comme celle de Lei et al. (2018), divisent l'engagement en trois formes différentes : l'engagement cognitif, l'engagement émotionnel et l'engagement comportemental. L'engagement comportemental y est de nouveau défini comme le niveau de participation des étudiants à leur apprentissage.

Mais chez d'autres auteurs, notamment dans le modèle de Pekrun et Linnenbrink-Garcia (2012), l'engagement est subdivisé en quatre catégories (cognitif, comportemental, cognitivo-comportemental, socio-comportemental). L'engagement correspondant alors à "l'implication ou la participation active de l'étudiant aux tâches académiques" renvoie cette fois à l'engagement cognitif, et notamment à l'aptitude plus ou moins élevée de l'étudiant à focaliser son attention sur la tâche académique.

Enfin, le niveau d'engagement d'un étudiant dans son processus d'apprentissage pourrait également être qualifié de "sentiments ressentis" (je me sens engagé) ou encore "d'attitude (plus ou moins engagée) envers l'apprentissage". Dans ces cas, l'engagement serait classé, dans les versions actuelles de la taxonomie de Bloom, dans le domaine affectif, au même titre que les émotions.

Ainsi, cette complexité à catégoriser l'engagement est à l'origine de son positionnement variant dans cette thèse, parfois inclus dans le domaine comportemental (articles n°1 et 5), parfois dans le domaine cognitif (articles n°3 et 4, alors nommé engagement cognitif), notamment en raison d'échanges autour de ce concept avec les rapporteurs des articles ou encore suites à l'évolution de mes réflexions sur le sujet.

De façon similaire, la charge cognitive, et notamment la charge cognitive intrinsèque, évaluée dans mes travaux par un questionnaire auto-administré à l'aide d'items comme "Les sujets abordés lors de cette activité étaient complexes." (Fontaine et al., 2019), relève plutôt du domaine affectif, puisqu'évaluant un ressenti propre à l'étudiant (Krath et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makrin, 2017). Pour autant, ce marqueur est littéralement intitulé "charge cognitive", résultant de la capacité de l'étudiant à traiter plus ou moins facilement le contenu du cours en fonction de sa difficulté intrinsèque et des éléments annexes pouvant perturber la compréhension (charge extrinsèque) (Sweller et al., 2019). Ainsi, cette capacité pourrait correspondre à la définition d'un marqueur cognitif renvoyant au "développement d'aptitudes et de compétences intellectuelles" (Bloom, 1956). Là encore, un marqueur que nous avons

considéré comme étant de nature affective aurait pu être classé dans les marqueurs cognitifs (Bloom, 1956).

La distinction entre marqueur de la réussite et facteur individuel est aussi parfois très fine.

À titre d'exemple, certaines théories considèrent la motivation plutôt comme un marqueur de la réussite académique, cette dernière découlant des expériences du dernier cours ou d'anciens cours, de l'attribution de sa réussite ou de ses échecs et de la fixation ou non de nouveaux objectifs (Locke et Latham, 1990 ; Peterson et al., 1988 ; Rotter, 1966 ; Zimmerman et al., 1992). Mais d'autres théories la considèrent plutôt comme un facteur individuel, une caractéristique personnelle, menant l'apprenant à un certain niveau d'engagement et de performance dans son apprentissage (Locke & Latham, 1990 ; Ryan & Deci, 2000). Dans cette thèse, nous avons principalement utilisé l'échelle des stratégies d'apprentissage motivées (Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ) (Pintrich et al., 1991), incluant des échelles d'orientation de l'objectif vers l'apprentissage intrinsèque (motivation intrinsèque), d'orientation de l'objectif vers la performance (extrinsèque) et d'orientation de l'objectif vers l'apprentissage pour la valeur de la tâche (motivation intrinsèque également).

Ces différents types de motivation ont été formalisés en tant que facteur individuel dans notre premier article, afin d'identifier le rôle et l'importance de la stratégie d'apprentissage dans l'apprentissage à distance synchrone. Dans l'article n°3, cette fois, le type de motivation était analysé comme pouvant être impacté par le fait de suivre un cours en présentiel ou à distance synchrone, et a donc été considéré comme un marqueur affectif de la réussite.

De façon similaire, les "émotions liées à la réussite" du modèle de Pekrun (2006) ont été étudiées en tant que marqueurs affectifs dans de nombreux articles de ma thèse (articles n°1, 3, 4, 5), via le "Achievement Emotions Questionnaire" (Pekrun et al., 2005) mesurant différentes émotions. À titre d'exemple, un étudiant désespéré de ne pas comprendre un cours peut donc avoir un score élevé sur l'échelle de désespoir. Mais il est difficile d'estimer si ce désespoir peut être attribué au contenu de cours intrinsèquement désespérant (car peut-être trop dur, mal expliqué, etc.), à la personnalité de l'étudiant plutôt orientée vers le fait de ressentir facilement des émotions négatives (névrosisme), ou à une combinaison des deux (Pekrun et al., 2012).

Enfin, au-delà de cette discussion autour des facteurs individuels et marqueurs de la réussite, nos résultats nous ont également amenés à interroger la notion de réussite académique (article n°1). Si aujourd'hui l'approche multidimensionnelle (dimensions cognitive, affective et

comportementale) de la réussite académique fait consensus (Bloom, 1956 ; Huang et al., 2020 ; Krath et al., 2021 ; Landers, 2014 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Vlachopoulos et Makrin, 2017 ; Wei et al., 2021), il reste encore à préciser les éléments de ces différentes dimensions et leur importance respective permettant de caractériser la réussite académique.

Dans notre premier article, nous avons identifié que le groupe d'étudiants ayant la meilleure réussite était caractérisé par des scores élevés sur deux dimensions principales : 1) une première dimension définie par les émotions positives, la motivation intrinsèque/tâche, l'engagement et le sentiment de présence ; 2) une seconde dimension définie par la performance académique (moyennes générales, QCM) et les interactions étudiant-enseignant.

Pour autant, les étudiants faisant partie de ce groupe n'ont pas des profils uniformes. Certains d'entre eux se caractérisent par des niveaux élevés en performance académique, d'autres par des niveaux élevés d'engagement, de motivation et d'émotions positives (et certains combinent l'ensemble de ces marqueurs). Cette diversité des profils associés à la réussite académique suggère que de nombreuses études seront encore nécessaires pour définir cette notion et identifier avec précision les marqueurs permettant de l'appréhender, ainsi que leur implication et importance respective. Il est également important de noter que nos différents travaux n'avaient pas pour objectif de prendre en compte d'autres marqueurs beaucoup plus généraux qui impactent ou caractérisent la réussite (tels que des facteurs sociaux, de qualité de vie - vie personnelle et académique, richesse du réseau relationnel -, de santé au sens large - mentale et physique -, etc.) qui pourront faire l'objet d'investigations futures.

Approche multifactorielle en condition écologique : avantages et limites des différentes échelles de la réussite académique

Cette thèse avait pour ambition de s'intéresser à la réussite académique en condition écologique (dans de vrais cours universitaires) à travers une approche multifactorielle intégrant un grand nombre de marqueurs de la réussite académique et de facteurs individuels (jusqu'à 36 variables pour l'article n°1). L'approche multifactorielle est de plus en plus utilisée dans les travaux de recherche sur la réussite universitaire (De Clercq et al., 2021 ; Mener, 2012 ; Morelli et al., 2021), notamment compte tenu du nombre important de facteurs pouvant constituer ou impacter cette réussite académique (Richardson et al., 2012).

Concilier des approches à la fois multifactorielle et écologique a donc imposé certaines contraintes méthodologiques. Une contrainte supplémentaire était liée à la méthode que nous avons utilisée pour quantifier et étudier les interactions étudiant-enseignant. Les interactions étudiant-enseignant (ici participation en classe) avaient été identifiées comme un marqueur clé de la réussite d'un enseignement en présentiel (Rocca, 2010), mais aussi à distance, notamment dans le modèle de la réussite académique à distance de Siemens et al. (2015). À partir de ce constat, nous avons choisi d'appréhender de façon objective et avec le plus de précision possible ce marqueur, ce qui n'avait jamais été fait jusqu'à présent pour des cours à distance synchrones en condition écologique (David Strang, 2012 ; Weiser et al., 2018). Pour les cours à distance synchrones, les interactions ont été quantifiées, dans nos travaux, en enregistrant le contenu des cours par Zoom et en comptabilisant les questions/réponses posées/données ou les interventions régulant le cours (ex : mauvais slide du PPT). Les interactions vocales par le micro, ou écrites, par le chat du logiciel ont également été distinguées. L'enregistrement des cours en présentiel étant plus complexe (refus des enseignants, difficultés à identifier les étudiants, difficultés techniques, etc.), les étudiants se voyaient distribuer des fiches de participation à compléter pour chaque interaction effectuée.

Le choix d'étudier les interactions de cette façon s'est avéré pertinent en termes de résultats de recherches, puisque les interactions ont été identifiées comme : 1) un facteur clé en apprentissage à distance synchrone avec un effet positif direct sur la performance académique (articles n°1 et 2), et notamment les interactions vocales par l'intermédiaire du micro (article n°1) ; 2) impliquées dans des mécanismes plus complexes avec les traits de personnalité et les

capacités cognitives pour impacter la réussite académique (article n°2) ; 3) pouvant atteindre des niveaux très élevés en apprentissage à distance synchrone en comparaison à l'apprentissage en présentiel (article n°3) ; 4) pouvant être améliorées par une implication active de l'étudiant avec une application de quiz gamifiée (article n°4).

Cependant, mesurer objectivement les interactions des étudiants, notamment en enregistrant les cours, a nécessité la participation d'enseignants (et d'étudiants) en accord avec le fait d'être enregistrés, ce qui a fortement limité la possibilité d'intégrer un plus grand nombre de cours dans les différents protocoles. Ce choix a également empêché une diffusion à grande échelle de questionnaires auto-administrés, comme c'est traditionnellement le cas dans ce champ de recherche (De Clercq et al., 2020 ; Mener, 2012 ; Morelli et al., 2021 ; Richardson et al., 2012).

Les autres marqueurs de la réussite académique et les facteurs individuels que nous avons étudiés ont justement été mesurés par l'intermédiaire de questionnaires auto-administrés. Les marqueurs de la réussite étaient majoritairement mesurés à la fin des séances de cours intégrés dans nos protocoles (deux séances pour les articles n°1, 2, 3 et une pour l'article n°4). Ce faisant, le temps de passation des différents questionnaires était souvent restreint, contraignant certains choix.

À titre d'exemple, cette limite de temps a fait que l'acquisition de connaissances était évaluée par l'intermédiaire de QCM ne comprenant que 6 (articles n°1, 2, 3), 8 (article n°4), ou 10 questions (article n°5). Les QCM font partie des pratiques les plus répandues pour évaluer les connaissances d'étudiants à l'Université, mais comportent certaines limites. Par exemple, ils peuvent donner lieu à des réponses aléatoires (Gierl et al., 2017), ne mesurent et ne favorisent que la capacité des étudiants à mémoriser ou à se rappeler des informations factuelles (et non pas des niveaux plus élevés de processus cognitifs, Becker et Johnston, 1999), ne testent pas la capacité des étudiants à développer une argumentation (Paxton, 2000), etc. De plus, dans le cadre de notre thèse, l'inclusion de différents cours issus de disciplines différentes a rendu difficile l'homogénéisation des niveaux de difficulté entre les différentes questions.

Malgré cette contrainte de temps, de limites intrinsèques aux QCM, ou d'homogénéisation des niveaux de difficulté entre les disciplines, nous avons respecté certaines normes de conceptions de "bons" QCM.

Tout d'abord, tous les QCM présentaient une structure traditionnelle identique, avec 4 réponses possibles et une à plusieurs bonnes réponses à chaque fois, limitant les différences de stratégie de cotations d'un cours à un autre et augmentant la difficulté de réponses (Gierl et al., 2017 ;

Gu et Schwartz, 2018). Certaines pratiques issues de guides de bonnes pratiques ont également été appliquées, comme le fait d'utiliser des distracteurs (mauvaises réponses) plausibles, d'avoir des contenus de distracteurs indépendants les uns des autres, etc. (Gierl et al., 2017). De plus, lorsque cela a pu être possible (articles n°1 et 2), la performance académique a également été évaluée à l'aide de la moyenne générale à la fin du semestre, comprenant notamment les résultats aux partiels, et permettant de mesurer implicitement différents facteurs, comme les aptitudes/stratégies de révisions, la gestion du temps/stress, etc. Nos résultats (articles n°1 et 2) ont montré que les résultats aux QCM et à la moyenne générale étaient corrélés, indiquant que nos QCM constituaient (malgré les limites) des indicateurs pertinents pour mesurer la performance académique.

En raison de nos design expérimentaux et de notre approche multifactorielle, l'évaluation du rôle des capacités cognitives (attention, mémoire) sur la réussite académique a également été effectuée à l'aide d'une évaluation subjective (par les étudiants eux-mêmes de leurs propres capacités) dites capacités de métacognition (voir Méthodologie générale) (Muncer et al., 2022). Notre second travail a permis de montrer que ces capacités impactent la performance académique, notamment par des mécanismes de médiation modération impliquant également les traits de personnalité et les interactions.

Initialement, des tests informatisés "objectifs" visant à évaluer les capacités d'attention soutenue et/ou d'attention divisée étaient envisagés ("Visuo-spatial divided attention" et "sustained attention" du "Test of Attentional Performance" ; van Zomeren & Brouwer, 1994 ; Posner et Raichle, 1994), ainsi que des tests de mémoire de travail (ex : "Working memory" du "Test of Attentional Performance" ou tâche d'empan d'opération, Turner et Engle, 1989 ou tâche d'empan de lecture, Desmette et al., 1995) et/ou de mémoire à long terme (mémoire visuelle épisodique "Paired Associates Learning - Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery" ; Sahakian et al., 1988).

Cependant, mettre en place de tels tests auraient engendré des contraintes importantes, notamment en termes de temps de développement, de coûts financiers pour les passations en ligne et de durée de passation (Galesic et al., 2009).

Compte tenu de ces différentes contraintes, l'évaluation du rôle des capacités cognitives (attention, mémoire) a été réalisée par l'intermédiaire de questionnaires auto-administrés évaluant la méta-cognition des étudiants ("Self-evaluation of Memory Systems Questionnaire" - SMSQ -, Tonkovic et Vranić, 2011 ; "Act with Awareness items" du "Kentucky Inventory of

Mindfulness Skills") (Baer, 2003). De plus, de nombreuses méta-analyses tendent à montrer un lien entre la méta-cognition et la réussite académique au niveau primaire et secondaire (He et al., 2024 ; Muncer et al., 2022), rendant d'autant plus important l'intérêt d'évaluer le rôle de ces facteurs dans les apprentissages universitaires à distance synchrone. Des thérapies basées sur la méta-cognition sont également en train d'émerger, et semblent montrer des effets positifs sur l'anxiété et la dépression (Normann et Morina, 2018), mais aussi sur les stratégies d'apprentissage, les capacités cognitives et sur la réussite scolaire et académique du primaire à l'universitaire (bien que les capacités cognitives ne reflètent pas totalement les capacités métacognitives) (Fleur et al., 2021). L'utilisation d'échelles de méta-cognition est ainsi de plus en plus recommandée dans les travaux portant sur la réussite académique, comme le "Center for Self-Determination Theory" (fondé par Richard Ryan et Edward Deci eux-mêmes), mettant notamment à disposition des chercheurs du monde entier une échelle de méta-attention (<https://selfdeterminationtheory.org/questionnaires> ; Mindful Attention Awareness Scale - MAAS -, Brown et Ryan, 2003).

Pour conclure, l'approche multi-factorielle permet d'étudier l'impact de très nombreux facteurs sur la réussite académique. Compte tenu du nombre extrêmement conséquent de facteurs, des choix se sont imposés. Nous n'avons évidemment pas mené une étude exhaustive de l'ensemble de ces facteurs. Certains n'ont donc pas pu être inclus dans nos analyses, comme les stratégies de révisions (profonde, surface, stratégique), l'estime de soi, ou encore des facteurs environnementaux (ex : soutien académique) (Richardson et al., 2012). Ces différents facteurs pourraient faire l'objet de futurs travaux.

Apprentissage à distance synchrone et apprentissage en présentiel : les interactions comme élément central de la réussite académique

Un des apports majeurs de mon travail est d'avoir montré l'importance des interactions étudiant-enseignant dans la réussite académique, en particulier sur la performance académique (moyennes générales, QCM).

Dans l'article n°1, nous avons montré que les interactions étudiant-enseignant sont le marqueur principal relié à la performance académique (moyennes générales, QCM). Avec les émotions, le sentiment de présence, l'engagement ou encore la motivation, les interactions sont parmi les marqueurs caractéristiques de la réussite académique des étudiants. Dans l'article n°2, nos résultats ont également montré que les interactions étudiant-enseignant ont un rôle central pour expliquer les liens complexes entre les traits de personnalité, les capacités cognitives et la réussite académique.

Ces résultats, et notamment le lien important entre interactions et performance académique (moyennes générales, QCM) rejoignent ceux de nombreux auteurs. Pour rappel, Rocca (2010), dans une revue de la littérature menée sur des travaux effectués entre 1959 et 2009, a identifié de nombreux bénéfices des interactions sur la motivation des étudiants (Junn, 1994), et sur leur capacité à apprendre mieux et à avoir de meilleures notes (Daggett, 1997 ; Handelsman et al., 2005). Bernard et al., (2009) ont également montré que, de façon générale, les interactions étudiant-enseignant entraînent également de meilleures performances académiques ($g = 0.32$). Or, lorsque nous avons comparé l'apprentissage à distance synchrone et en présentiel (article n°3), les niveaux d'interactions étudiant-enseignant étaient identiques. Compte tenu du lien étroit entre les interactions et la performance académique, nous pouvons donc envisager que les interactions étudiant-enseignant puissent potentiellement constituer le mécanisme sous-jacent expliquant les niveaux similaires de performance académique dans ces deux modalités d'apprentissage.

Cette hypothèse reste à confirmer par de futurs travaux, mais est déjà étayée par de nombreux résultats obtenus durant mes travaux de thèse.

Pour autant, les apprentissages en présentiel et à distance synchrone ne mènent pas à des scores équivalents pour l'ensemble des marqueurs de la réussite académique.

Dans l'article n°3, nous avons également montré que les étudiants en condition à distance synchrone ressentaient également plus de plaisir que ceux en présentiel, mais ressentaient également plus de honte. Une explication à ces résultats (confirmés par des analyses complémentaires) montre encore une fois le rôle central des interactions. Les apprentissages à distance synchrone pourraient encourager certains étudiants à plus interagir (conduisant alors à un niveau de plaisir plus élevé pour ces étudiants), alors que d'autres étudiants pourraient ne pas oser interagir, potentiellement par peur du jugement des autres étudiants ou de l'enseignant (conduisant alors à un niveau de honte plus élevé pour ces étudiants).

Enfin, nos résultats ont également montré que les niveaux d'engagement et de sentiment de présence en apprentissage à distance sont à des niveaux inférieurs à ceux de l'apprentissage en présentiel. Le sentiment de présence n'avait jamais été étudié dans le cadre de l'apprentissage à distance synchrone. Malgré l'évolution technologique des outils de visioconférence numérique (multiplication des formes d'interaction avec le chat, la voix, les émoticônes, etc.), l'impression d'être réellement présent dans un environnement partagé est donc toujours plus faible que dans un cours en présentiel.

Compte tenu de l'importance du sentiment de présence, et surtout de l'engagement, dans la réussite académique, il sera pertinent, à l'avenir, de mener des réflexions sur éléments permettant d'améliorer ces dimensions dans les dispositifs d'enseignement à distance. Dans ce cadre, certains outils numériques, tels que les quiz gamifiés ou encore les environnements virtuels à visée éducative (Mikropoulos et Natsis, 2011), sont déjà spécifiquement conçus pour favoriser l'engagement, mais aussi la motivation ou encore la satisfaction des étudiants (Licorish et al., 2018 ; Morillas Barrio et al., 2016 ; Zhang et Yu, 2021). L'étude de ces dispositifs numériques et plus précisément des éléments de ces dispositifs permettant d'améliorer la réussite académique a constitué l'objet de la seconde partie de mes travaux de thèse (articles n°4 et 5).

Enfin, rappelons que comme nous l'avons indiqué dans la section précédente, une comparaison plus globale des conditions d'apprentissage (distance/présence) doit nécessairement prendre en compte de nombreux autres facteurs qui n'ont pas été l'objet de mon travail de thèse, mais qui pourront être étudiés dans de futurs travaux (en particulier les facteurs sociaux, professionnels, de santé, etc.).

Apprentissage gamifié et éléments de jeux : Effets passif/actif/collaboratif et effets de l'immersion

L'emploi du jeu à visée éducative, notamment pour engager et motiver les étudiants dans leur apprentissage, est discuté par les plus grands auteurs depuis des millénaires (pour ne citer qu'eux, Platon, Jean-Jacques Rousseau, Jean Piaget, etc. ; Wilkinson, 2016). Avec le développement de l'accès au numérique et l'évolution des pratiques pédagogiques, ces débats anciens sont réactualisés à travers de nombreux travaux de recherche évaluant l'efficacité de serious game, d'applications de quiz ou encore de dispositifs de réalité virtuelle (Krath et al., 2021).

À partir de la théorie de l'apprentissage gamifié de Landers (2014), de nombreux travaux et méta-analyses ont ainsi pu identifier certains éléments de jeux et leurs effets sur la réussite académique (Huang et al., 2021 ; Kim et Castelli, 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Sailer et Homner, 2019) (voir Chapitre 3). Ces différents travaux ont mis en avant que dans l'immense majorité des cas, les éléments de jeux utilisés étaient l'usage de points/d'expérience (ex : donner des points aux étudiants pour la réalisation d'une tâche), de badges (ex : badges débloqués sur Moodle) et de tableaux de classement basés justement sur ces points et badges. La surreprésentation de ces éléments de jeux a même donné lieu à l'usage critique du terme "pointification" de l'apprentissage (Huang et al., 2021 ; Kim et Castelli, 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021 ; Sailer et Homner, 2019 ; Seaborn et Fels, 2015). Cette "pointification", bien que pouvant impacter positivement la réussite académique, est également critiquée, notamment : 1) de par l'aspect individualiste et compétitif des points/badges de récompenses et des tableaux de classement, pouvant avoir une influence négative sur certains étudiants (notamment ceux ayant le moins de facilité académique) et les empêcher d'atteindre les résultats éducatifs escomptés (Huang et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021) ; 2) par le temps de design et de conception que peuvent demander ces éléments, notamment la création de badges (Huang et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021).

Compte tenu de cette surreprésentation de ces éléments dans la littérature et des limites à leur usage, les différents travaux sur le sujet ont ainsi souligné l'importance de poursuivre la recherche sur d'autres éléments de jeux, comme la personnalisation, la narration, l'immersion ou encore l'implication active et la collaboration (Huang et al., 2021 ; Landers, 2014 ; Ritzhaupt et al., 2021).

Au cours de ma thèse, je me suis particulièrement intéressé à l'implication active et la collaboration ainsi qu'au rôle de l'immersion.

Effets passif/actif/collaboratif dans l'apprentissage gamifié

En s'intéressant à l'implication active des étudiants dans l'utilisation de quiz gamifiés (article n°4) et d'un laboratoire virtuel (article n°5) en comparaison à des activités passives (respectivement une activité de quiz passive, nommée auto-explication et un enregistrement vidéo du cours dans le laboratoire virtuel), mon travail s'inscrit là encore dans un débat ancien portant sur l'importance de l'implication active des étudiants dans les activités d'apprentissage. Le modèle "Passif-Actif-Constructif-Interactif" (PACI) de Chi et Wylie, (2014) soutient, au travers de nombreux exemples issus de la littérature, que la mise en place d'activités pédagogiques dites "actives" ont des effets plus positifs sur les marqueurs cognitifs, affectifs et comportementaux que les activités "passives". Par exemple, le fait de créer sa propre carte conceptuelle du cours (situation active) serait associé à une meilleure acquisition de connaissances que la lecture d'une carte conceptuelle déjà construite (situation passive) (Chang et al. 2002). De façon similaire, la prise en note du cours (situation active) mènerait à une meilleure acquisition de connaissances que la simple écoute (situation passive) (Peper et Mayer, 1986).

Cependant, d'autres travaux viennent remettre en question le constat simple selon lequel une activité engageante et nécessairement plus bénéfique qu'une activité passive, notamment en termes d'acquisition de connaissances (Luo et al., 2018). À titre d'exemple, pour la prise de note, d'autres travaux montrent que la prise de note n'a pas nécessairement plus d'effet que la simple écoute du cours (Fisher et Harris, 1973 ; Glover et al., 1980 ; Riley et Dyer, 1979). Deux hypothèses s'opposent alors : 1) l'une suggère qu'il est préférable d'entendre et d'écrire le contenu de cours, car l'écriture supplémentaire permet un encodage plus distinctif et une meilleure mémorisation (Conway et Gathercole, 1990 ; De Haan et al., 2000) ; 2) L'autre affirme au contraire que le processus de prise de notes est cognitivement exigeant, pouvant potentiellement surcharger la mémoire (Kiewra et al., 1991).

Ainsi, cet effet d'une implication active supérieure à une implication passive nécessite d'être redéfini et précisé en fonction des différentes activités et des différents contextes d'apprentissage.

En considérant cet effet actif comme un élément de jeu à part entière, et en démontrant ses effets sur les différents marqueurs de la réussite pour une application de quiz gamifiés (effets bénéfiques sur l'acquisition de connaissances, les interactions étudiant-enseignant et l'acceptation de la technologie) et pour un environnement virtuel éducatif (effets bénéfiques sur la motivation intrinsèque, les émotions, l'engagement et l'acquisition de connaissances), ma thèse permet donc de contribuer à ce débat passif versus actif, et tend à démontrer le rôle bénéfique de la modalité active dans les cadres des dispositifs que nous avons étudiés.

Enfin, de manière intéressante, notre article n°4 montre que l'effet de la modalité active (interagir avec l'application numérique) augmente les performances académiques, vraisemblablement par l'augmentation des interactions étudiant-enseignant. Ce résultat est pertinent car il pourrait fournir une hypothèse explicative (à démontrer) de l'effet actif/passif sur la performance académique.

Des débats et des réflexions similaires concernent les effets de la collaboration sur l'apprentissage.

Le modèle "Passif-Actif-Constructif-Interactif" (PACI) de Chi et Wylie, (2014) soutient que les activités en collaboration (Interactif) favorisent la réussite académique et notamment l'apprentissage. Par exemple, la création de cartes conceptuelles en collaboration (par exemple binôme) permettrait de renforcer l'apprentissage comparé à la création individuelle de cartes conceptuelles (Chi et al., 2014).

Les travaux ayant porté sur l'étude de la collaboration en tant qu'éléments de jeux sont peu nombreux, bien que tendant à montrer des effets bénéfiques sur la réussite académique (activités autres que des quiz) (Huang et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021). De façon, similaire, Yang et al. (2021) ont souligné, dans leur méta-analyse, que peu de travaux avaient étudié le rôle de la collaboration dans la mise en place de quiz, traditionnels, alors que les travaux existants semblaient indiquer des effets bénéfiques sur l'apprentissage.

Dans ce contexte, s'intéresser au rôle de la collaboration sur la réussite académique, notamment dans la réalisation de quiz gamifié, constituait un objectif pertinent, souligné par les récentes méta-analyses portant sur l'apprentissage gamifié (Huang et al., 2021 ; Ritzhaupt et al., 2021). Dans notre article n°5, la participation par binôme aux activités de quiz gamifié (mais aussi d'auto-explication) a permis de réduire l'ennui des étudiants. Cependant aucune différence sur l'acquisition de connaissances n'a été observée entre pratique collaborative et individuelle.

Comme expliqué dans le Chapitre 7, de nombreux mécanismes peuvent expliquer l'absence d'effet de la collaboration dans la réalisation d'activités académiques, comme la notion de "passager clandestin" ("free riding", un étudiant contribue moins qu'une autre), les erreurs de contagion sociale (propagation de fausses informations d'un apprenant à un autre), l'inhibition collaborative (les réponses des étudiants sont inhibées par le fait de faire partie d'un groupe), le manque de compétences collaboratives (difficulté à accepter des points de vue opposés, à donner des explications élaborées, etc.) et l'amitié (sentiments qui empêchent les étudiants de travailler sérieusement) (LoGiudice et al., 2015).

Certains de ces mécanismes ont été contrôlés dans notre travail. Par exemple, des recherches ont montré que pour limiter les erreurs de contagion sociale et l'inhibition collaborative, les étudiants doivent d'abord réfléchir aux questions de quiz individuellement avant d'en discuter de manière collaborative (LoGiudice et al., 2015), ce qui a été mis en place dans notre travail. Comme il a également été montré qu'un trop grand nombre d'étudiants dans un même groupe favorise les erreurs de contagion sociale et d'inhibition collaborative (LoGiudice et al., 2015), nos étudiants ont été regroupés en binôme et non dans des groupes plus grands. Enfin, pour minimiser l'effet de l'amitié, les étudiants ont également été assignés aléatoirement à leur groupe. Cependant, ces précautions ne nous ont pas permis d'obtenir un effet direct de la collaboration sur l'acquisition de connaissances, ce qui montre que des travaux futurs sont nécessaires pour mieux comprendre les situations qui mènent à une collaboration efficace pour ce marqueur de la réussite (acquisition de connaissances).

Néanmoins, même si nos résultats n'ont pas montré d'effet direct de la collaboration, ils montrent que la collaboration renforce l'effet du mode actif sur l'acquisition de connaissances. Ainsi, un effet de la collaboration apparaît de manière indirecte, uniquement lorsque les étudiants sont déjà activement engagés dans le quiz gamifié. Ce résultat est tout à fait cohérent avec les travaux antérieurs sur les stratégies d'engagement autres que les quiz, qui ont montré que la collaboration ne peut être efficace que si les étudiants sont déjà dans un mode d'engagement actif, nécessitant un niveau de traitement de l'information plus élevé qu'un mode d'engagement passif (Chi et Wylie, 2014).

Effets immersif/non-immersif et théorie de la charge cognitive

En comparant également l'usage d'un laboratoire virtuel (modalité virtuelle, immersive) avec un PowerPoint (modalité contrôle, non-immersive) comportant un contenu similaire, l'article n°6 s'inscrit dans le débat scientifique autour des effets de la réalité virtuelle et notamment de la notion d'immersion sur la réussite académique.

Comme nous l'avons vu dans les Chapitre 1 et 3, le niveau d'immersion en tant que tel est présenté dans la littérature comme étant susceptible d'influencer positivement les différents marqueurs de la réussite, et notamment l'apprentissage (Mikropoulos et Natsis, 2011), comme le propose également le modèle du "Cadre éducatif pour l'apprentissage immersif" (Dengel et Magdefrau 2020). Pour autant, les résultats des travaux académiques sont contrastés. La récente méta-analyse de Goksu et al. (2022) montre, par exemple, que l'apprentissage par l'intermédiaire de casques de RV ou de CAVE apporte des résultats identiques, malgré un niveau d'immersion supérieur dans les CAVE.

Certains auteurs ont ainsi souligné que cette variation des effets de l'immersion dépendrait de l'impact du dispositif de RV utilisé sur la charge cognitive et sur le niveau de motivation des étudiants. Récemment, Poupard et al. (2024), ont réalisé une revue de la littérature des travaux comparant les effets de la réalité virtuelle à visée éducative à des pratiques contrôles plus conventionnelles (ex : PPT de cours, vidéos, livre de cours, etc.). Ils ont développé une grille d'observation visant à évaluer la cohérence des résultats observés dans certains travaux (notamment en termes d'effet sur l'acquisition de connaissances, sur la charge cognitive et sur la motivation intrinsèque) avec la théorie de la charge cognitive (Sweller, 1988). Cette grille d'observation montre que la théorie de la charge cognitive prédit trois scénarios : 1) une meilleure acquisition de connaissances en réalité virtuelle lorsque la charge cognitive intrinsèque augmente et/ou la charge cognitive extrinsèque baisse et lorsque la motivation intrinsèque augmente ; 2) l'acquisition de connaissances reste stable lorsque la charge cognitive et le niveau de motivation intrinsèque sont similaires ; 3) l'acquisition de connaissances diminue en réalité virtuelle lorsque la charge cognitive extrinsèque augmente et/ou la charge cognitive intrinsèque baisse et lorsque la motivation intrinsèque baisse.

Dans le cadre de notre expérience (article n°5), nos résultats s'inscrivent entre le 1er et le 2nd scénario.

En effet, le groupe dans la modalité la plus immersive (laboratoire virtuel) montre plus de motivation intrinsèque que le groupe dans la modalité la moins immersive (PowerPoint). De plus, les participants de la modalité immersive ont ressenti davantage d'émotions positives

(plaisir, fierté d'avoir compris le contenu et espoir d'avoir bien compris le contenu) et moins d'émotions négatives (ennui et désespoir de ne pas avoir compris le contenu du cours). Selon la théorie de la charge cognitive, l'acquisition de connaissances aurait donc dû être supérieure dans les groupes immersifs (1er scénario) dans la mesure où la motivation intrinsèque et les émotions positives sont à des niveaux plus élevés.

Par contre, le niveau de charge cognitive intrinsèque est resté stable entre les différents groupes (la charge cognitive extrinsèque n'a malheureusement pas été étudiée). Ce niveau équivalent de charge cognitive intrinsèque va plutôt dans le sens du 2nd scénario, et donc d'un niveau identique d'acquisition de connaissances entre groupes immersifs et non-immersifs.

Au final, nos résultats ont montré un niveau similaire d'acquisition de connaissances entre les groupes immersifs (laboratoire virtuel) et non-immersifs (PowerPoint).

Compte tenu de ce résultat, deux explications s'offrent à nous selon la théorie de la charge cognitive.

La première est que l'augmentation de la motivation intrinsèque (et des émotions positives) n'a pas été suffisante pour entraîner une augmentation du niveau de connaissances dans les groupes immersifs.

La seconde explication serait que la situation d'immersion a entraîné une augmentation de la charge cognitive extrinsèque, empêchant l'amélioration de l'acquisition de connaissances. Cela expliquerait l'absence de différence entre condition immersive et non immersive, malgré l'augmentation de la motivation intrinsèque et des émotions positives en condition immersive. Malheureusement, dans la mesure où la charge cognitive extrinsèque n'a pas été évaluée dans notre travail, cette hypothèse devra faire l'objet de futures investigations.

Étudiants avec TSA et inclusion universitaire : enjeu de société et projets à venir

L'inclusion des étudiants avec TSA dans les Universités françaises est un enjeu sociétal majeur, ayant mené le gouvernement français à inscrire le projet "Construire une Université Atypie-Friendly" dans la Stratégie nationale pour l'autisme (2018-2028) et dans le Programme France 2030 (auparavant PIA).

Pour répondre aux attentes et besoins de ces étudiants, plusieurs groupes de travail, mis en place au niveau national, ont pour objectif de proposer des pistes de réflexion à destination des différents acteurs de l'Université (des étudiants eux-mêmes, des personnels, des enseignants-chercheurs, etc.). Parmi les différents groupes de travail mis en place au niveau national, ma thèse a contribué aux thématiques "Outils numériques" et "Innovation pédagogique".

Dans ce contexte, nous avons notamment questionné des étudiants avec TSA (et des étudiants neurotypiques) sur les pratiques pédagogiques qu'ils jugent pertinentes et qu'ils considèrent comme étant mises en œuvre dans les cours qu'ils suivent.

Les résultats montrent que l'ensemble des pratiques que nous avons explorées dans notre investigation étaient jugées pertinentes et que, en revanche, elles étaient jugées peu mises en œuvre dans les cours.

Ces résultats amènent plusieurs commentaires : 1) mon travail est le premier à avoir objectivé la pertinence des pratiques proposées dans les guides de bonnes pratiques (Atypie-Friendly, 2023 ; Delfolie et Géroult, 2018 ; Gobbo et al., 2018 ; Lespinet-Najib et Pinède, 2021 ; McKeon et al., 2013 ; Pellenq et Mamelli, 2022 ; Sacrestano, 2022) ; 2) ces recommandations s'avèrent pertinentes au regard des réponses des étudiants ; 3) leur faible mise en œuvre interroge sur la nécessité de proposer aux enseignants des sensibilisations et des formations dédiées aux pratiques pédagogiques à destination de publics spécifiques (Sacrestano, 2022).

Un second résultat de notre étude est que certaines pratiques sont jugées plus pertinentes par les étudiants avec TSA que par les étudiants neurotypiques.

Il s'agit notamment : de la transmission d'informations de la part de l'enseignant (sans les demander) sur les conséquences de l'absence en cours, sur la possibilité de quitter le cours si besoin, sur la possibilité d'enregistrer le cours ou encore sur la possibilité de porter un casque réducteur de bruit ou des lunettes teintées (thème "Informations et règles du cours") ; du sous-

titrage des vidéos et de l'indication du nombre total de diapositives (thème "PowerPoint") ; de donner l'accès au document PowerPoint pendant le cours pour faciliter la prise de notes ou de la participation à des prises notes collaboratives (thème "Stratégies d'engagement").

Les résultats de ce premier thème ("Informations et règles du cours") sont primordiaux. Ce qu'il est important de bien noter, c'est que la demande des étudiants n'est pas que les enseignants puissent leur donner une réponse positive lorsqu'ils font la demande (ex : porter un casque), mais qu'ils n'aient justement pas à formuler la demande parce que la règle aurait été présentée explicitement dès le début du cours. Ce point est d'autant plus important que, précisément, les étudiants avec TSA n'ont soit, pas nécessairement la possibilité de possibilité de poser la question durant le cours, ou soit peuvent considérer qu'en l'absence d'une règle explicite, la réponse serait négative.

Notre étude a également permis de hiérarchiser ces pratiques et d'identifier celles qui sont considérées comme les plus pertinentes par les étudiants avec TSA. Les pratiques les plus pertinentes tournent autour des questions de changements d'horaires, de dates de rendu, de présentation du Système de Gestion de l'Apprentissage (ex : Moodle), etc. Il est intéressant de constater que les pratiques soulignées font échos au profil spécifique de ces étudiants, souvent caractérisé par des difficultés d'interaction et de communication, de maintien de l'attention soutenue, etc. (APA, 2023).

Enfin, en matière de pédagogie dites inclusives, le "Design Universel pour l'Apprentissage" (UDL) (CAST, 2024) est le guide le plus répandu, faisant office de référence (Al-Azawei et al., 2016 ; King-Sears et al., 2023 ; Ok et al., 2016). Dans les travaux que j'ai menés, nous avons identifié des pratiques pertinentes qui n'étaient pourtant pas incluses dans l'UDL. Ce résultat suggère que l'UDL pourrait à l'avenir évoluer afin d'intégrer plus de pratiques en lien avec des profils spécifiques et jugées pertinentes par les étudiants.

Dans notre étude n°7, nous avons également interrogé des enseignants (n=140), au même titre que les étudiants, sur la pertinence des pratiques (les mêmes pratiques que celles proposées aux étudiants) ainsi que le sentiment qu'ils avaient de mettre en œuvre ces pratiques durant leurs cours (ces analyses n'ont pas été présentées dans mon document de thèse, mais se trouvent en Annexes n°5).

En effet, comme nous l'avons vu, certains enseignants universitaires peuvent ne pas être disposés à mettre en place des pratiques pédagogiques adaptées aux besoins des étudiants TSA (Gibbons et al., 2015), potentiellement en raison d'une méconnaissance de ce trouble, ou encore

d'une adhésion aux stéréotypes associés, comme, par exemple, le fait que ces étudiants puissent perturber les cours (Tipton et Blacher, 2014 ; Gillespie-Lynch et al., 2020).

Dans notre étude (Annexe n°5) les enseignants ont présenté des scores de pertinences inférieurs à ceux obtenus par les étudiants (TSA et neurotypiques) à l'ensemble des pratiques issues des différents thèmes ("Informations et règles du cours", "Organisation et contenu du cours", "Powerpoint", "Stratégies d'engagement"). De plus, les enseignants ont également présenté des scores significativement plus élevés de sentiment de mise en œuvre de ces pratiques dans les cours qu'ils donnent, par rapport à la perception qu'en ont les étudiants (TSA et neurotypiques) dans les cours qu'ils suivent.

Pour répondre à cette problématique, la sensibilisation des Universités (personnels, étudiants, enseignants-chercheurs) à l'autisme (et de façon plus générale au handicap) constitue une approche extrêmement pertinente, d'autant plus qu'une grande majorité des professeurs sont prêts à s'engager dans une formation pour mieux comprendre et adapter leurs pratiques d'enseignement aux étudiants avec TSA (88 %, Zeedyk et al., 2019 ; 89,4 %, Sacrestano, 2022). Dans ce cadre, je travaille actuellement sur le développement d'un dispositif en ligne sur le site de l'Université de Bordeaux proposant une sensibilisation à l'autisme. Ce dispositif permet aux utilisateurs (enseignants-chercheurs, personnels et étudiants) : 1) de tester leurs connaissances sur le TSA ; 2) de tester leurs stéréotypes explicites (Harrison et al., 2017) et implicites (basé sur les travaux de Greenwald et al., 1998, 2022 ; et le Test d'Association Implicite : voir Harvard Implicit Association Test pour exemple⁵²) ; 3) de consulter des guides de bonnes pratiques et d'informations sur l'autisme basés sur les travaux de ma thèse et sur les différents projets auxquels j'ai participé dans le cadre du programme Atypie Friendly (voir section suivante). Les tests de connaissances implicites et explicites utilisés dans ce dispositif de sensibilisation ont été développés et adaptés aux personnes avec TSA dans le cadre du stage de Master 1 de Sciences Cognitives et Ergonomie de Camille Mazouffre (stage que j'ai co-encadré avec Bernard N'Kaoua). Ils sont décrits et présentés dans l'Annexe n°6.

Toujours dans le cadre du programme "Atypie Friendly", un dispositif de visites virtuelles visant à faciliter l'inclusion des étudiants, notamment avec TSA, est également en cours de finalisation (ce projet est financé par un appel d'offre "Contribution de Vie Étudiante et de Campus" - CVEC - de l'Université de Bordeaux). Comme nous l'avons vu, l'arrivée à

⁵² <https://implicit.harvard.edu/implicit/takeatest.html>

l'Université est un moment crucial pour les étudiants, et entraîne des changements radicaux par rapport à la vie lycéenne : rencontre avec de nouveaux styles d'enseignement, de nouvelles personnes, de nouvelles infrastructures, etc. Cette transition est source de difficultés importantes en lien avec la nécessité de mettre en place de nouvelles routines, ce qui peut engendrer des niveaux d'anxiété élevés, notamment chez les étudiants avec TSA (Jill Boucher, 1977 ; van Steensel, 2011). Ces étudiants rencontrent également des difficultés à s'orienter et à se diriger dans les campus, à identifier les services pertinents pour réaliser leurs démarches, à réaliser les démarches administratives nécessaires, etc. (Ring et al., 2018). Dans ce cadre, les Universités organisent généralement des journées portes ouvertes pour permettre aux lycéens de découvrir et de se sensibiliser à leur futur environnement de travail. Mais ces journées ne sont pas accessibles à tous les lycéens pour de nombreuses raisons (disponibilité, éloignement géographique, etc.).

L'objectif de notre implication dans le projet "Contribution de Vie Étudiante et de Campus" était de concevoir et de développer des visites virtuelles de différents services et lieux clés de l'Université de Bordeaux tels que l'Espace Santé étudiant, le service PHASE (service handicap) et le CROUS.

Le projet a fait l'objet du stage de Master 2 de Sciences Cognitives et Ergonomie de Manon Dasi (année scolaire 2023/2024) que j'ai co-encadré avec Bernard N'Kaoua. Durant ce stage, une maquette de la visite virtuelle du service PHASE a été conçue en respectant des normes de conceptions universelles et les normes de conception spécifiques aux personnes avec TSA (Bondioli et al., 2023 ; Dattolo et Luccio, 2017 ; Référentiel Général d'Amélioration de l'Accessibilité- RGAA 4, 2021 World Wide Web Consortium, 2024). Cette maquette a été testée auprès d'étudiants (18 dont 5 étudiants neuroatypiques) et validée à l'aide de tests utilisateurs (scénarios et échelle d'utilisabilité - System usability scale -, Bangor et al., 2009). La figure 9.1 présente pour exemple, différentes pages de la maquette du service PHASE. Un travail similaire (reprenant les principes généraux de ce premier travail) a été réalisé pour l'Espace Santé étudiant. Les capsules finales sont en cours de développement par le Service Audiovisuel et Multimédia.

Ces dispositifs numériques peuvent être consultés à distance, et présentent la localisation géographique des différentes antennes d'un service donné (avec possibilité de refaire numériquement le chemin à partir d'un arrêt de tram, par exemple), les différents interlocuteurs du service (avec leurs spécialités), les principales missions du service (vidéo de présentation par le ou la responsable du service), etc.

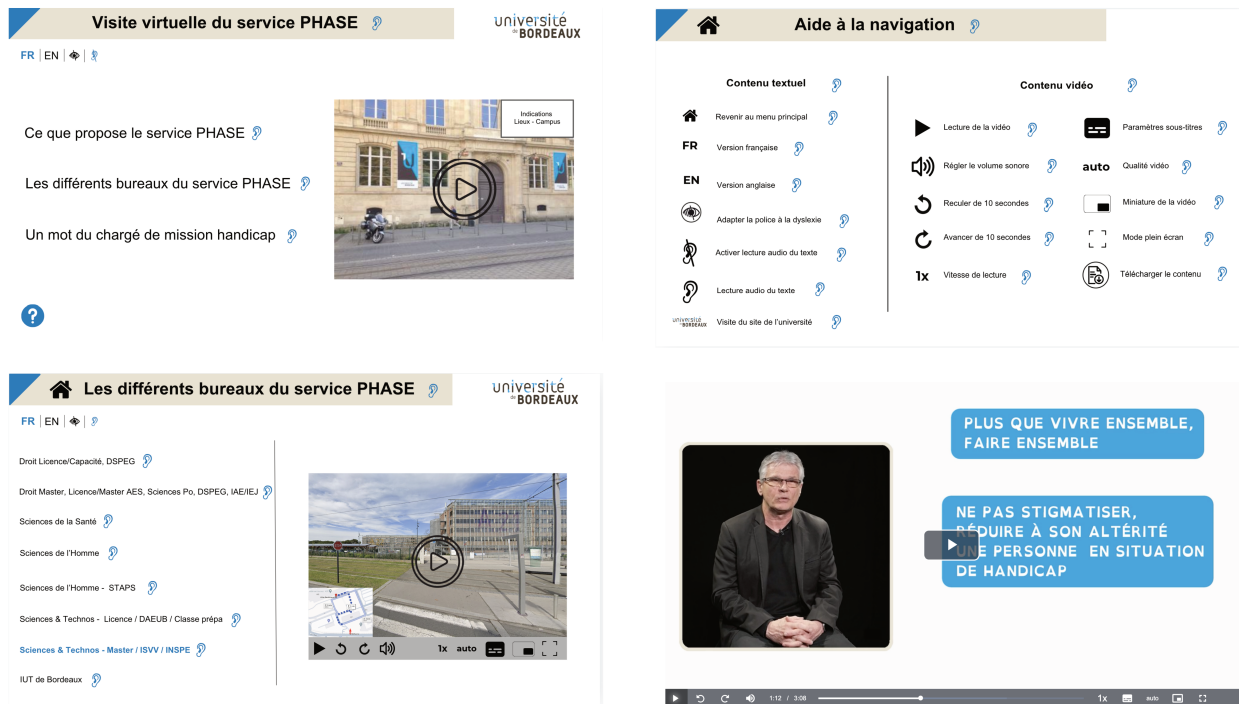


Figure 9.1 : Dispositif de visite virtuelle du service PHASE. 1) Page d'accueil avec les différentes rubriques. 2) Page d'aide à la navigation expliquant notamment les différents éléments d'accessibilité (ex : possibilité d'avoir une lecture audio du texte, changement de langue, changement de police) ; 3) Capsule virtuelle présentant le trajet à réaliser depuis la station de tram la plus proche jusqu'au bureau du service PHASE du collège Sciences et Technologie. 4) Capsule vidéo de présentation du chargé de mission handicap de l'Université.

Enfin, une perspective de travail future, découlant directement des différentes travaux réalisées au cours de ma thèse, sera d'évaluer, en condition d'apprentissage en présentiel et à distance synchrone, l'effet de quiz gamifiés sur les différents marqueurs de la réussite académique chez des étudiants avec TSA. En effet, une telle recherche pourrait permettre de clarifier un certain nombre de points : 1) l'effet de l'apprentissage à distance synchrone sur la réussite académique des étudiants avec TSA. Ces deux situations (en présentiel et à distance) semblent donner des résultats similaires en termes de performance académique et d'appréciation générale (article n°6 ; Madaus et al., 2022 ; Richardson, 2017 ; Satterfield et al., 2015), mais l'impact de nombreux autres facteurs sur chacune de ces situations reste à déterminer (ex : interactions, émotions, engagement, etc.) ; 2) l'apport des quiz gamifiés, notamment collaboratifs, sur les marqueurs de la réussite académique. Il est intéressant de noter que ces dispositifs n'ont pas été testés auprès des étudiants avec TSA, alors qu'ils ont été jugés pertinents par ces étudiants dans

notre étude n°7 ; 3) l'impact éventuel des caractéristiques individuelles (ex : personnalité, capacités cognitives, stratégies d'apprentissage, etc.) des étudiants avec TSA sur la réussite académique.

Recommandations pédagogiques

La diffusion des questionnaires auprès des étudiants (article n°7) a été autorisée par l'Université et les différents responsables des collèges concernés avec une demande de retour des résultats obtenus sous forme de préconisations à destination des enseignants-chercheurs et des étudiants. Une attente similaire a été formulée par les référents du projet Atypie Friendly. Les différents chapitres pratiques et théoriques de ma thèse m'ont permis de répondre à cette demande dans le cadre d'un projet de guide pratique actuellement en cours de finalisation. Quelques éléments de ce guide sont présentés ci-dessous.

Apprentissage à distance synchrone

L'apprentissage à distance synchrone, constitue, en tant que tel, une modalité d'apprentissage pouvant mener à une réussite académique semblable à un apprentissage en présentiel (voir Chapitres 2 et 6 pour les fondements théoriques et empiriques). A partir des différents travaux de ma thèse (Chapitres 6 et 7), quelques conseils pratiques peuvent être formulés :

- Les interactions entre étudiants et enseignants, ou encore la planification de discussions interactives sur le contenu du cours, sont des pratiques primordiales en apprentissage à distance pour favoriser l'apprentissage, l'engagement et la satisfaction des étudiants.
- La mise en place de quiz gamifiés peut aider à engager et motiver les étudiants. Les applications Wooclap ou encore Kahoot peuvent être utilisées. Des tutoriels en ligne, notamment sur YouTube sont disponibles pour apprendre à créer ses quiz (ex : https://www.youtube.com/watch?v=TKSNSRNLinw&list=PLwsiSyjg8LpRfDGJ1OiKlc-9iSaXXmuYb&ab_channel=Wooclap).
- o Il est important de vérifier que les étudiants sont pleinement engagés dans les quiz et répondent aux questions pour bénéficier de l'impact de ces dispositifs sur le renforcement des connaissances, l'engagement et la satisfaction.
- o Ces quiz doivent être présentés comme une activité visant à renforcer leurs connaissances et non comme une méthode d'évaluation.
- o Ces quiz peuvent être réalisés de façon collaborative en formant des groupes d'étudiants pour renforcer l'engagement et limiter l'ennui. Des binômes sont à privilégier. Il est important de laisser à chaque étudiant la possibilité d'avoir une réflexion individuelle afin d'éviter certains biais menant à la perte des bénéfices de la collaboration (ex : Un

étudiant qui laisserait son camarade répondre à sa place) (voir Chapitre 7 pour plus de détails).

- Certains éléments de jeu doivent être utilisés avec précaution. Par exemple, les classements d'étudiants en fonction de leurs réponses peuvent ne pas être appréciés par certains étudiants. Si cet élément est choisi, la possibilité de ne montrer que les premiers étudiants du classement (fonctionnalité existante) doit être privilégiée.
- Les interactions orales par l'intermédiaire du micro pourraient être privilégiées, même si les interactions par l'intermédiaire du chat restent importantes.
- L'usage du sous-titrage en direct doit être envisagé afin de faciliter le suivi du cours par l'ensemble des étudiants.
- La mise en place de pauses régulières (toutes les heures) pourrait éviter les effets négatifs engendrés par ce type de cours (ex : maux de tête, fatigue visuelle).
- L'usage d'environnement virtuel à visée éducative (ex : laboratoire virtuel) peut favoriser l'engagement et le plaisir des étudiants. Ce type d'environnement immersif peut permettre de réaliser des travaux pratiques à distance dans de bonnes conditions d'acquisition des connaissances, d'engagement et de satisfaction. La possibilité de débriefer ces travaux par des discussions interactives avec les étudiants doit être privilégiée.

Pratiques pédagogiques générales adaptées au profil des étudiants avec TSA

Certains outils numériques et pratiques pédagogiques adaptés aux profils des étudiants avec TSA, mais également aux étudiants neurotypiques, peuvent également être recommandés (voir Chapitres 4 et 8 pour les fondements théoriques et empiriques) :

- L'Université et les responsables de filières pourraient proposer des listes d'outils numériques pouvant être utiles à la vie quotidienne et la réussite académique des étudiants avec TSA. Certaines applications semblent particulièrement pertinentes :
 - "Sit with Us" permet par exemple à des groupes d'étudiants de proposer à des étudiants seuls de les rejoindre (ex : au restaurant universitaire), et peut avoir un rôle important dans la prévention de l'isolement social.
 - Des applications d'aide à la prise et au partage de notes peuvent être également conseillées (par exemple : Penultimate).

- Un classement des pratiques pédagogiques jugées comme étant les plus pertinentes par les étudiants avec TSA peut être proposé. Ces pratiques doivent être mises en place en priorité par les enseignants (d'autres pratiques pertinentes sont proposées en Annexe n°4) :
- Les informations et les règles du cours doivent être clairement explicitées dès le début de la première séance, sans avoir à attendre que l'étudiant interroge l'enseignant. Notamment, les pratiques concernées sont : 1) les changements d'horaires ; 2) les dates de rendu, à préciser dès la première séance de cours ; 3) l'organisation et les contenus présents et à venir sur le Système de Gestion de l'Apprentissage (ex : Moodle).
- L'organisation et le contenu des cours doivent être clairs, notamment en : 1) présentant le plan du cours à chaque séance ; 2) présentant les prérequis du cours en tout début de séance ; 3) envoyant le PowerPoint détaillé du cours avant la séance.
- Les PowerPoint doivent : 1) avoir une taille de caractères suffisamment lisible (au moins 18 pt) ; 2) contenir un sommaire ; 3) superposer des éléments pour signifier les termes importants (ex : gras + soulignage).
- Les stratégies d'engagement suivantes peuvent être privilégiées : 1) transmettre un PowerPoint de cours à annoter ; 2) encourager les étudiants à poser des questions ; 3) encourager la prise de notes. D'autres activités (quiz gamifiés, cartes conceptuelles) peuvent également être proposées, notamment de façon collaborative (par binômes).

Ce guide pratique sera complété, et discuté au sein de groupes de travail (comprenant les responsables de collèges, de formations, le responsable de la Mission d'Appui à la Pédagogie et à l'Innovation de l'Université et différentes personnes ressource du programme Atypie Friendly) avant envoi auprès des publics concernés.

Bibliographie

- Abbott, E. E. (1909). On the analysis of the factor of recall in the learning process. *The Psychological Review: Monograph Supplements*, 11(1), 159-177. <https://doi.org/10.1037/h0093018>
- Abdel Haleem, S. E. A., Ahmed, A. A., El Bingawi, H. et Elshimony, A. (s. d.). Medical Students' Perception of Virtual Simulation-Based Learning in Pharmacology. *Cureus*, 15(1), e33261. <https://doi.org/10.7759/cureus.33261>
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Bures, E. M., Borokhovski, E. et Tamim, R. M. (2011). Interaction in distance education and online learning: using evidence and theory to improve practice. *Journal of Computing in Higher Education*, 23(2), 82-103. <https://doi.org/10.1007/s12528-011-9043-x>
- Abt, C. C. (1987). *Serious Games*. University Press of America.
- Abuhammad, A., Falah, J., Alfalah, S. F. M., Abu-Tarboush, M., Tarawneh, R. T., Drikakis, D. et Charissis, V. (2021). "MedChemVR": A Virtual Reality Game to Enhance Medicinal Chemistry Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(3), 10. <https://doi.org/10.3390/mti5030010>
- Académie d'Aix-Marseille. (2021). *Le Projet personnalisé de scolarisation (PPS) : mode d'emploi*. Académie d'Aix-Marseille. <https://www.ac-aix-marseille.fr/le-projet-personnalise-de-scolarisation-pps-mode-d-emploi-121460>
- Accessibility Toolkit for Open Educational Resources. (2023). *Library Guides: Accessibility Toolkit for Open Educational Resources (OER): Home*. <https://guides.cuny.edu/accessibility/home>
- Adams, D. M. et Clark, D. B. (2014). Integrating self-explanation functionality into a complex game environment: Keeping gaming in motion. *Computers & Education*, 73, 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.002>
- Adams, D., Simpson, K., Davies, L., Campbell, C. et Macdonald, L. (2019). Online learning for university students on the autism spectrum: A systematic review and questionnaire study. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(6), 111-131. <https://doi.org/10.14742/ajet.5483>
- ADEME. (2024). *Usages numérique | Impact CO₂*. <https://impactco2.fr/outils/usagenumerique>
- Afini Normadhi, N. B., Shuib, L., Md Nasir, H. N., Bimba, A., Idris, N. et Balakrishnan, V. (2019). Identification of personal traits in adaptive learning environment: Systematic literature review. *Computers & Education*, 130, 168-190. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.005>
- Ahmad, A., Zeshan, F., Khan, M. S., Marriam, R., Ali, A. et Samreen, A. (2020). The Impact of Gamification on Learning Outcomes of Computer Science Majors. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 20(2), 16:1-16:25. <https://doi.org/10.1145/3383456>
- Ai-Lim Lee, E., Wong, K. W. et Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55(4), 1424-1442. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.006>
- Aktekin, N. Ç., Çelebi, H., Aktekin, M., Aktekin, N. Ç., Çelebi, H. et Aktekin, M. (2018). Utilicemos Kahoot! Anatomía. *International Journal of Morphology*, 36(2), 716-721. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022018000200716>
- Al-Azawei, A., Serenelli, F. et Lundqvist, K. (2016). Universal Design for Learning (UDL): A Content Analysis of Peer Reviewed Journals from 2012 to 2015. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(3), 39-56. <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i3.19295>
- Albrecht, D. D., Carpenter, D. S. et Sivo, S. A. (1994). The Effect of College Activities and Grades on Job Placement Potential. *NASPA Journal*, world. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220973.1994.11072371>

- Al-Fadhli, S. (2009). Factors Influencing the Acceptance of Distance Learning: A Case Study of Arab Open University in Kuwait. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 12(3).
- Al-hawari, M. A. et Mouakket, S. (2010). The influence of technology acceptance model (TAM) factors on students' e-satisfaction and e-retention within the context of UAE e-learning. *Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues*, 3(4), 299-314. <https://doi.org/10.1108/17537981011089596>
- Aljaloud, A., Gromik, N., Billingsley, W. et Kwan, P. (2015). Research trends in student response systems: a literature review. *International Journal of Learning Technology*, 10(4), 313-325. <https://doi.org/10.1504/IJLT.2015.074073>
- Allen, I. E. et Seaman, J. (2003, septembre). *Sizing the Opportunity: The Quality and Extent of Online Education in the United States, 2002 and 2003*. Sloan Consortium (NJ1). Sloan Consortium. <https://eric.ed.gov/?id=ED530060>
- Allen, I. E. et Seaman, J. (2004, novembre). *Entering the Mainstream: The Quality and Extent of Online Education in the United States, 2003 and 2004*. Sloan Consortium (NJ1). Sloan Consortium. <https://eric.ed.gov/?id=ED530061>
- Allen, I. E., Seaman, J. et Garrett, R. (2007, mars). *Blending in: The Extent and Promise of Blended Education in the United States*. Sloan Consortium (NJ1). Sloan Consortium. <https://eric.ed.gov/?id=ED529930>
- Allen, M., Bourhis, J., Burrell, N. et Mabry, E. (2002). Comparing Student Satisfaction With Distance Education to Traditional Classrooms in Higher Education: A Meta-Analysis. *American Journal of Distance Education*, 16(2), 83-97. https://doi.org/10.1207/S15389286AJDE1602_3
- Allen, M., Mabry, E., Mattrey, M., Bourhis, J., Titsworth, S. et Burrell, N. (2004). Evaluating the Effectiveness of Distance Learning: A Comparison Using Meta-Analysis. *Journal of Communication*, 54(3), 402-420. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2004.tb02636.x>
- Almoussa, O., Prates, J., Yeslam, N., Mac Gregor, D., Zhang, J., Phan, V., Nielsen, M., Smith, R. et Qayumi, K. (2019). Virtual Reality Simulation Technology for Cardiopulmonary Resuscitation Training: An Innovative Hybrid System With Haptic Feedback. *Simulation & Gaming*, 50(1), 6-22. <https://doi.org/10.1177/1046878118820905>
- Alomari, I., Al-Samarraie, H. et Yousef, R. (2019). The Role of Gamification Techniques in Promoting Student Learning: A Review and Synthesis: A review and synthesis. *Journal of Information Technology Education: Research*, 18, 395-417. <https://doi.org/10.28945/4417>
- Amin, H. U., Malik, A. S., Kamel, N., Chooi, W.-T. et Hussain, M. (2015). P300 correlates with learning & memory abilities and fluid intelligence. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 12(1), 87. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0077-6>
- Amoozegar, A., Mohd Daud, S., Mahmud, R. et Ab. Jalil, H. (2017). *Exploring Learner to Institutional Factors and Learner Characteristics as a Success Factor in Distance Learning, Volume 4, Issue 6, ISSN (Online) : 2349–5219*.
- Anderson, A. H., Stephenson, J., Carter, M. et Carlon, S. (2019). A systematic literature review of empirical research on postsecondary students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(4), 1531-1558. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3840-2>
- Anderson, B. et Simpson, M. (2012). History and Heritage in Distance Education. *Journal of Open, Flexible and Distance Learning*, 16(2), 1-10. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1080085>
- Anderson, L. W. (1999). *Rethinking Bloom's Taxonomy: Implications for Testing and Assessment*. <https://eric.ed.gov/?id=ED435630>
- Anderson, T. (2003). Getting the Mix Right Again: An Updated and Theoretical Rationale for Interaction. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 4(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v4i2.149>

- Anderson, T. et Dron, J. (2011). Three Generations of Distance Education Pedagogy. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.890>
- Anderson, T. et Garrison, D. R. (1998). Learning in a Networked World: New Roles and Responsibilities. Atwood Publishing. <https://auspace.athabasca.ca/handle/2149/801>
- Annetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y. et Cheng, M.-T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education*, 53(1), 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.12.020>
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R. et van Gog, T. (2010). Using Electroencephalography to Measure Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9130-y>
- APA. (2023). *DSM*. <https://www.psychiatry.org:443/psychiatrists/practice/dsm>
- APA Dictionary of Psychology. (2023). *APA Dictionary of Psychology*. <https://dictionary.apa.org/>
- Armstrong, M. et Boud, D. (1983). Assessing participation in discussion: An exploration of the issues. *Studies in Higher Education*, 8(1), 33-44. <https://doi.org/10.1080/03075078312331379101>
- Arnab, S., Bhakta, R., Merry, S. K., Smith, M., Star, K. et Duncan, M. J. (2016). Competition and collaboration using a social and gamified online learning platform: 10th European Conference on Games Based Learning. *Proceedings of the European Conference on Games-based Learning, 2016*, 19-26.
- Arsandaux, J., Montagni, I., Macalli, M., Texier, N., Pouriel, M., Germain, R., Mebarki, A., Kinouani, S., Tournier, M., Schuck, S. et Tzourio, C. (2021). Mental health condition of college students compared to non-students during COVID-19 lockdown: the CONFINS study. *BMJ Open*, 11(8), e053231. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053231>
- Asperger, H. (1944). Die „Autistischen Psychopathen"im Kindesalter. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 117(1), 76-136. <https://doi.org/10.1007/BF01837709>
- Astin, A. W. (1991). *Assessment for Excellence: The Philosophy and Practice of Assessment and Evaluation in Higher Education*. American Council on Education/Macmillan Series on Higher Education. Macmillan Publishing Co.
- Atypie-Friendly. (2023). *Atypie-Friendly*. <https://atypie-friendly.fr/>
- Audet, É. C., Levine, S. L., Metin, E., Koestner, S. et Barcan, S. (2021). Zooming their way through university: Which Big 5 traits facilitated students' adjustment to online courses during the COVID-19 pandemic. *Personality and Individual Differences*, 180, 110969. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.110969>
- Augustin. (2020). *Effect of partial powerpoint handouts on attention, recall and performance of first year undergraduates at a malaysian public university* [doctoral, Asia e University]. <https://online.fliphtml5.com/sppgg/xgrw/?1668395622321>
- Auster, C. J. et MacRone, M. (1994). The Classroom as a Negotiated Social Setting: An Empirical Study of the Effects of Faculty Members' Behavior on Students' Participation. *Teaching Sociology*, 22(4), 289-300. <https://doi.org/10.2307/1318921>
- Autisme France. (2024). *Congrès Autisme France 2024 | Autisme France*. <https://www.autisme-france.fr/congres-autisme-france-2024>
- Avci, Ş., Coklar, A. et Istanbulu, A. (2019). The Effect of Three Dimensional Virtual Environments and Augmented Reality Applications on The Learning Achievement: A Meta-Analysis Study. *EGITIM VE BILIM-EDUCATION AND SCIENCE*, 44(198). <https://doi.org/10.15390/eb.2019.7969>

- Avval, F., Jarahi, L., Ghazvini, K. et Youssefi, M. (2013). Distribution of handouts in undergraduate class to create more effective educational environment. *International Journal of Education and Research*, 1, 1-9.
- Azizah, N. et Aloysius, S. (2021). The Effects of Virtual Laboratory on Biology Learning Achievement: A Literature Review (p. 107-116). 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020), Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210326.015>
- Bäckman, L. et Dixon, R. A. (1992). Psychological compensation: A theoretical framework. *Psychological Bulletin*, 112(2), 259-283. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.2.259>
- Baer, R. A. (2003). Mindfulness Training as a Clinical Intervention: A Conceptual and Empirical Review. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10(2), 125-143. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg015>
- Bai, S., Hew, K. F. et Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Baker, J. P., Goodboy, A. K., Bowman, N. D. et Wright, A. A. (2018). Does teaching with powerpoint increase students' learning? A meta-analysis. *Computers & Education*, 126, 376-387. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.003>
- Baki, R., Birgoren, B. et Aktepe, A. (2021). Identifying Factors Affecting Intention to Use in Distance Learning Systems. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 22(2), 58-80. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1290884>
- Balemen, N. et Keskin, M. Ö. (2018). The Effectiveness of Project-Based Learning on Science Education: A Meta-Analysis Search. *International Online Journal of Education and Teaching*, 5(4), 849-865. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1250564>
- Balfe, M., Tantam, D. et Campbell, M. (2011). Possible Evidence for a Fall in the Prevalence of High-Functioning Pervasive Developmental Disorder with Age? *Autism Research and Treatment*, 2011, 325495. <https://doi.org/10.1155/2011/325495>
- Bandura, A. (1971). *Social learning theory*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813251-7.00057-2>
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control* (p. ix, 604). W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(Volume 52, 2001), 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Bangert-Drowns, R. L., Kulik, J. A. et Kulik, C.-L. C. (1991). Effects of Frequent Classroom Testing. *The Journal of Educational Research*, 85(2), 89-99. <https://doi.org/10.1080/00220671.1991.10702818>
- Bangor, A., Kortum, P. et Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Stud.*, 4, 114-123.
- Barab, S., Pettyjohn, P., Gresalfi, M., Volk, C. et Solomou, M. (2012). Game-based curriculum and transformational play: Designing to meaningfully positioning person, content, and context. *Computers & Education*, 58(1), 518-533. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.001>
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J. et Gonçalves, D. (2013). Improving participation and learning with gamification. Dans *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications* (p. 10-17). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2583008.2583010>

- Barnhill, G. P. (2016). Supporting students with asperger syndrome on college campuses: current practices. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 31(1), 3-15. <https://doi.org/10.1177/1088357614523121>
- Baron-Cohen, S. (1997). *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*. MIT Press.
- Baron-Cohen, S. (2000). Theory of mind and autism: A review. Dans *International Review of Research in Mental Retardation* (vol. 23, p. 169-184). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0074-7750\(00\)80010-5](https://doi.org/10.1016/S0074-7750(00)80010-5)
- Baron-Cohen, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 248-254. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(02\)01904-6](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(02)01904-6)
- Barton, E. E., Pustejovsky, J. E., Maggin, D. M. et Reichow, B. (2017). Technology-aided instruction and intervention for students with asd: a meta-analysis using novel methods of estimating effect sizes for single-case research. *Remedial and Special Education*, 38(6), 371-386. <https://doi.org/10.1177/0741932517729508>
- Baturay, M. H. (2015). An Overview of the World of MOOCs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 427-433. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.685>
- Becerra, D. A. I., Quispe, J. A. H., Aceituno, R. G. A., Vargas, G. M. P., Zamora, F. G. F., Mango, J. L. H., Figueroa, G. P. A., Vizcarra, A. A. P. et Chana, J. W. T. (2024). Evaluation of a Gamified 3D Virtual Reality System to Enhance the Understanding of Movement in Physics (p. 395-401). 9th International Conference on Computer Supported Education. <https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0006328003950401>
- Becker, W. E. et Johnston, C. (1999). The Relationship between Multiple Choice and Essay Response Questions in Assessing Economics Understanding. *Economic Record*, 75(4), 348-357. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1999.tb02571.x>
- Bedregal-Alpaca, N., Sharhorodska, O., Jiménez-González, L. et Arce-Apaza, R. (2020). A Gamification Experience and Virtual Reality in Teaching Astronomy in Basic Education. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(5). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110566>
- Bedwell, W. L., Pavlas, D., Heyne, K., Lazzara, E. H. et Salas, E. (2012). Toward a taxonomy linking game attributes to learning: An empirical study. *Simulation & Gaming*, 43(6), 729-760. <https://doi.org/10.1177/1046878112439444>
- Begel, A., Dominic, J., Phillis, C., Beeson, T. et Rodeghero, P. (2021). How a remote video game coding camp improved autistic college students' self-efficacy in communication. Dans *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 142-148). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432516>
- Belghith, F., Corgne, S. L. et Verley, É. (2013). la vie étudiante : transports et déplacements quotidiens. *L'état de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en France n°6 - février 2013*, (6), 42-43. https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/6/EESR6_ES_15-la_vie_etudiante_transports_et_deplacements_quotidiens.php
- Bellon-Harn, M. et Manachaiyah, V. (2021). Functionality, impact, and satisfaction of a web-based and mobile application support program for students with autism spectrum disorder. *Online Learning*, 25(2), 190-207. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1301726>
- Berkovsky, S., Freyne, J. et Coombe, M. (2012). Physical Activity Motivating Games: Be Active and Get Your Own Reward. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 19(4), 32:1-32:41. <https://doi.org/10.1145/2395131.2395139>

- Bernard, L. C. (2010). Motivation and Personality: Relationships between Putative Motive Dimensions and the Five Factor Model of Personality. *Psychological Reports*, 106(2), 613-631. <https://doi.org/10.2466/pr0.106.2.613-631>
- 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>
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., Wallet, P. A., Fiset, M. et Huang, B. (2004). How Does Distance Education Compare With Classroom Instruction? A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Review of Educational Research*, 74(3), 379-439. <https://doi.org/10.3102/00346543074003379>
- Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M. et Abrami, P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: from the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(1), 87-122. <https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>
- Besoain, F., Jago, L. et Arenas-Salinas, M. (2018). Implementation of a Gamified Puzzle Based on Pro-origami Protein Structure Cartoons: an Experience in Virtual Reality. Dans *2018 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)* (p. 1-7). <https://doi.org/10.1109/ARGENCON.2018.8646202>
- Beyth-Marom, R., Chajut, E., Roccas, S. et Sagiv, L. (2003). Internet-assisted versus traditional distance learning environments: factors affecting students' preferences. *Computers & Education*, 41(1), 65-76. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(03\)00026-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(03)00026-5)
- Bianco, M., Dessus, P., Nardy, A., Rémond, M., Lima, L., Dascalu, M., Oprescu, B. et Trausan-Matu, S. (2013). Peut-on évaluer automatiquement les auto-explications lors de la lecture d'élèves de cycle 3 ? *A.N.A.E. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 123, 149-155. <https://hal.science/hal-01159944>
- Bieleke, M., Gogol, K., Goetz, T., Daniels, L. et Pekrun, R. (2021). The AEQ-S: A short version of the Achievement Emotions Questionnaire. *Contemporary Educational Psychology*, 65, 101940. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101940>
- Biggs, J. B. (1987). *Student Approaches to Learning and Studying. Research Monograph*. Australian Council for Educational Research Ltd., Radford House, Frederick St., Hawthorn 3122, Australia. <https://eric.ed.gov/?id=eD308201>
- Binet, A. et Simon, Th. (1916). *The development of intelligence in the child. (L'Année Psych., 1908, pp. 1-90)* (p. 273). Williams & Wilkins Co. <https://doi.org/10.1037/11069-004>
- Birt, J. et Cowling, M. (2017). Toward Future « Mixed Reality » Learning Spaces for STEAM Education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(4). <https://openjournals.library.sydney.edu.au/CAL/article/view/12173>
- Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F. et Winne, P. H. (2018). Inducing Self-Explanation: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 30(3), 703-725. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9434-x>
- Blau, I. et Barak, A. (2012). How Do Personality, Synchronous Media, and Discussion Topic Affect Participation? *Journal of Educational Technology & Society*, 15(2), 12-24. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.2.12>
- Bliuc, A.-M., Goodyear, P. et Ellis, R. A. (2007). Research focus and methodological choices in studies into students' experiences of blended learning in higher education. *The Internet and Higher Education*, 10(4), 231-244. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2007.08.001>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: The Cognitive Domain*. (David McKay).

- Blyth, C. (2018). Immersive technologies and language learning. *Foreign Language Annals*, 51(1), 225-232. <https://doi.org/10.1111/flan.12327>
- Bogusevschi, D., Muntean, C. et Muntean, G.-M. (2020). Teaching and Learning Physics using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 39(1), 5-18. <https://www.learntechlib.org/primary/p/210965/>
- Bondioli, M., Buzzi, M. C., Buzzi, M., Chessa, S., Jaccheri, L., Senette, C. et Pelagatti, S. (2024). Guidelines for research and design of software for children with ASD in e-health. *Universal Access in the Information Society*, 23(4), 1909-1930. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-01013-x>
- Borokhovski, E., Tamim, R., Bernard, R. M., Abrami, P. C. et Sokolovskaya, A. (2012). Are contextual and designed student–student interaction treatments equally effective in distance education? *Distance Education*, 33(3), 311-329. <https://doi.org/10.1080/01587919.2012.723162>
- Boschi, A., Planche, P., Hemimou, C., Demily, C. et Vaivre-Douret, L. (2016). From High Intellectual Potential to Asperger Syndrome: Evidence for Differences and a Fundamental Overlap—A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01605>
- Boucher, J. (1977). Alternation and Sequencing Behaviour, and Response to Novelty in Autistic Children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 18(1), 67-72. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1977.tb00417.x>
- Bougeard, C., Picarel-Blanchot, F., Schmid, R., Campbell, R. et Buitelaar, J. (2021). Prevalence of Autism Spectrum Disorder and Co-morbidities in Children and Adolescents: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Psychiatry*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.744709>
- Bowers, J. W. (1986). Classroom communication apprehension: A survey. *Communication Education*, 35(4), 372-378. <https://doi.org/10.1080/03634528609388361>
- Boyle, G. J., Matthews, G. et Saklofske, D. H. (2008). *The SAGE Handbook of Personality Theory and Assessment: Personality Measurement and Testing (Volume 2)*. SAGE.
- Breakey, M. (2017). A study of the relationship between a college success course and student perception of the self-regulatory skills of concentration, motivation, and time management. *Masters Theses and Doctoral Dissertations*. <https://scholar.utc.edu/theses/528>
- Brom, C., Stárková, T., Bromová, E. et Děchtěrenko, F. (2019). Gamifying a Simulation: Do a Game Goal, Choice, Points, and Praise Enhance Learning? *Journal of Educational Computing Research*, 57(6), 1575-1613. <https://doi.org/10.1177/0735633118797330>
- Brophy, J. (1983). Conceptualizing student motivation. *Educational Psychologist*, 18(3), 200-215. <https://doi.org/10.1080/00461528309529274>
- Brown, K. W. et Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 822-848. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822>
- Buckley, P. et Doyle, E. (2017). Individualising gamification: An investigation of the impact of learning styles and personality traits on the efficacy of gamification using a prediction market. *Computers & Education*, 106, 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.009>
- Buttussi, F. et Chittaro, L. (2018). Effects of Different Types of Virtual Reality Display on Presence and Learning in a Safety Training Scenario. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(2), 1063-1076. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2653117>

- Byukusenge, C., Nsanganwimana, F. et Tarmo, A. P. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(6), 1-17. <https://ijlter.myres.net/index.php/ijlter/article/view/1337>
- Cage, E. et Howes, J. (2020). Dropping out and moving on: A qualitative study of autistic people's experiences of university. *Autism*, 24(7), 1664-1675. <https://doi.org/10.1177/1362361320918750>
- Camacho-Morles, J., Slemp, G. R., Pekrun, R., Loderer, K., Hou, H. et Oades, L. G. (2021). Activity Achievement Emotions and Academic Performance: A Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1051-1095. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09585-3>
- Camargo, M. C., Barros, R. M., Brancher, J. D., Barros, V. T. O. et Santana, M. (2019). Designing gamified interventions for autism spectrum disorder: a systematic review. Dans E. van der Spek, S. Göbel, E. Y.-L. Do, E. Clua et J. Baalsrud Hauge (dir.), *Entertainment Computing and Serious Games* (p. 341-352). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_28
- Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Borgogni, L. et Perugini, M. (1993). The "big five questionnaire": A new questionnaire to assess the five factor model. *Personality and Individual Differences*, 15(3), 281-288. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(93\)90218-R](https://doi.org/10.1016/0191-8869(93)90218-R)
- Carey, J. (2001). *Effective Student Outcomes: A Comparison of Online and Face-to-Face Delivery Modes*.
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies*. Cambridge University Press.
- Carter, M. J. et Lara, P. Y. (2016). *Grade Inflation in Higher Education: Is the End in Sight?* https://www.academia.edu/28429496/Grade_Inflation_in_Higher_Education_Is_the_End_in_Sight
- Casanova, M. F., Frye, R. E., Gillberg, C. et Casanova, E. L. (2020). Editorial: Comorbidity and Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.617395>
- CAST. (s. d.). *The UDL Guidelines*. Récupéré le 5 novembre 2024 de <https://udlguidelines.cast.org>
- Cattell, R. B. (1943). The description of personality: basic traits resolved into clusters. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 38(4), 476-506. <https://doi.org/10.1037/h0054116>
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1-22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Cavanaugh, C. S. (2001). The Effectiveness of Interactive Distance Education Technologies in K-12 Learning: A Meta-Analysis. *International Journal of Educational Telecommunications*, 7(1), 73-88. <https://www.learntechlib.org/primary/p/8461/>
- Chadha, B., Singh Tomar, V., Rai, R. S. et Dugar, A. (2017). Measuring International Students' Satisfaction with Higher Education in India: Development & Validation of INHedPERF Model. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(1).
- Chamorro-Premuzic, T. et Furnham, A. (2003). Personality traits and academic examination performance. *European Journal of Personality*, 17(3), 237-250. <https://doi.org/10.1002/per.473>
- Chang, H. Y., Poh, D. Y. H., Wong, L. L., Yap, J. Y. G. et Yap, K. Y.-L. (2015). Student Preferences on Gaming Aspects for a Serious Game in Pharmacy Practice Education: A Cross-Sectional Study. *JMIR medical education*, 1(1), e2. <https://doi.org/10.2196/mededu.3754>

- Chang, K.-E., Sung, Y.-T. et Chen, I.-D. (2002). The Effect of Concept Mapping to Enhance Text Comprehension and Summarization. *The Journal of Experimental Education*, 71(1), 5-23. <https://doi.org/10.1080/00220970209602054>
- Charitaki, G., Soulis, S.-G. et Tyropoli, R. (2021). Academic self-regulation in autism spectrum disorder: a principal components analysis. *International Journal of Disability, Development and Education*, 68(1), 26-45. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1640353>
- Checa, D. et Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9), 5501-5527. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>
- Cheesman, M. J., Chen, S., Manchadi, M.-L., Jacob, T., Minchin, R. F. et Tregloan, P. A. (2014). Implementation of a Virtual Laboratory Practical Class (VLPC) module in pharmacology education. *Pharmacognosy Communications*, 4(1), 2-10. <https://doi.org/10.5530/pc.2014.1.2>
- Chen, C.-M. et Wang, J.-Y. (2018). Effects of Online Synchronous Instruction with an Attention Monitoring and Alarm Mechanism on Sustained Attention and Learning Performance. *Interactive Learning Environments*, 26(4), 427-443. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1341938>
- Chen, H.-C., Farmer, S., Barber, L. et Wayman, M. (2012). DEVELOPMENT and PSYCHOMETRIC TESTING of the Nursing Student Satisfaction Scale. *Nursing Education Perspectives*, 33(6), 369. https://journals.lww.com/neonline/abstract/2012/11000/development_and_psychometric_testing_of_the.4.aspx
- Chen, K.-S., Monrouxe, L., Lu, Y.-H., Jenq, C.-C., Chang, Y.-J., Chang, Y.-C. et Chai, P. Y.-C. (2018). Academic outcomes of flipped classroom learning: a meta-analysis. *Medical Education*, 52(9), 910-924. <https://doi.org/10.1111/medu.13616>
- Chen, Y.-L. et Hsu, C.-C. (2020). Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment. *Computers & Education*, 154, 103910. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103910>
- Cheng, M.-T., Chen, J.-H., Chu, S.-J. et Chen, S.-Y. (2015). The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 353-375. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0039-9>
- Cheung, L. L. W. et Kan, A. C. N. (2002). Evaluation of Factors Related to Student Performance in a Distance-Learning Business Communication Course. *Journal of Education for Business*, 77(5), 257-263. <https://doi.org/10.1080/08832320209599674>
- Chevallier, C., Kohls, G., Troiani, V., Brodtkin, E. S. et Schultz, R. T. (2012). The social motivation theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(4), 231-239. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.02.007>
- Chevènement, J.-P. (1985, 4 novembre). Prononcé le 4 novembre 1985 - Déclaration de M. Jean-Pierre Chevènement, ministre de l'éducation natio | vie-publique.fr. <https://www.vie-publique.fr/discours/222723-declaration-de-m-jean-pierre-chevenement-ministre-de-leducation-natio>spin
- Chi, M. T. H. et Wylie, R. (2014). The ICAP framework: linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Chien, Y.-T., Chang, Y.-H. et Chang, C.-Y. (2016). Do we click in the right way? A meta-analytic review of clicker-integrated instruction. *Educational Research Review*, 17, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.10.003>

- Chiesi, H. L., Spilich, G. J. et Voss, J. F. (1979). Acquisition of domain-related information in relation to high and low domain knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18(3), 257-273. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(79\)90146-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(79)90146-4)
- Chipps, J., Brysiewicz, P. et Mars, M. (2012a). A systematic review of the effectiveness of videoconference-based tele-education for medical and nursing education. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 9(2), 78-87. <https://doi.org/10.1111/j.1741-6787.2012.00241.x>
- Chipps, J., Ramlall, S. et Mars, M. (2012b). Videoconference-based education for psychiatry registrars at the University of KwaZulu-Natal, South Africa. *African Journal of Psychiatry*, 15(4), 248-254. <https://doi.org/10.4314/ajpsy.v15i4.32>
- Chiu, C.-M. et Wang, E. T. G. (2008). Understanding Web-based learning continuance intention: The role of subjective task value. *Information & Management*, 45(3), 194-201. <https://doi.org/10.1016/j.im.2008.02.003>
- Cho, K. W., Neely, J. H., Crocco, S. et Vitrano, D. (2017). Testing enhances both encoding and retrieval for both tested and untested items. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 70(7), 1211-1235. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1175485>
- Cho, M.-H. et Kim, B. J. (2013). Students' self-regulation for interaction with others in online learning environments. *The Internet and Higher Education*, 17, 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.11.001>
- Chown, N. et Beavan, N. (2012). Intellectually capable but socially excluded? A review of the literature and research on students with autism in further education. *Journal of Further and Higher Education*, 36(4), 477-493. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2011.643771>
- Cigdem, H., Korkusuz, M. E. et Karaçaltı, C. (2024). Gamified learning: Assessing the influence of leaderboards on online formative quizzes in a computer programming course. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(2), e22697. <https://doi.org/10.1002/cae.22697>
- Clark, M. H. et Schroth, C. A. (2010). Examining relationships between academic motivation and personality among college students. *Learning and Individual Differences*, 20(1), 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.002>
- Coban, M., Bolat, Y. I. et Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- Codish, D. et Ravid, G. (2014). Personality based gamification-Educational gamification for extroverts and introverts. *Proceedings of the 9th CHAIS Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era, 1*, 36-44.
- Cohen, A. et Baruth, O. (2017). Personality, learning, and satisfaction in fully online academic courses. *Computers in Human Behavior*, 72, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.030>
- Colarelli, S. M. (1991). Relationships between University Characteristics and Early Job Outcomes of Accountants. *Canadian Journal of Higher Education*, 21(3), 24-46. <https://eric.ed.gov/?id=EJ446062>
- Collette, D., Brix, A., Brennan, P., DeRoma, N. et Muir, B. C. (2019). Proloquo2Go Enhances Classroom Performance in Children With Autism Spectrum Disorder. *OTJR: Occupational Therapy Journal of Research*, 39(3), 143-150. <https://doi.org/10.1177/1539449218799451>
- Compeau, D. R. et Higgins, C. A. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189-211. <https://doi.org/10.2307/249688>

- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T. et Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Conway, M. A. et Gathercole, S. E. (1990). Writing and long-term memory: Evidence for a "translation" hypothesis. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 42(3), 513-527. <https://doi.org/10.1080/14640749008401235>
- Cornelius, R. R., Gray, J. M. et Constantinople, A. P. (1990). Student-faculty interaction in the college classroom. *Journal of Research & Development in Education*, 23(4), 189-197.
- Cosgrove, P. J. A. (2016). The effects of gamification on self-efficacy and persistence in virtual world familiarization. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effects-of-gamification-on-self-efficacy-and-in-Cosgrove/43b8d0858c2ce39f850ae938b43a0023f392d184>
- Costa, P. T. et McCrae, R. R. (1992). Normal personality assessment in clinical practice: The NEO Personality Inventory. *Psychological Assessment*, 4(1), 5-13. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.4.1.5>
- Council for Aid to Education. (2000). Collegiate Learning Assessment. Dans *Wikipedia*. Récupéré le 31 octobre 2024 de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Collegiate_Learning_Assessment&oldid=1107710674
- Craik, F. I. M. et Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Crespi, B. J. (2010). Revisiting Bleuler: relationship between autism and schizophrenia. *The British Journal of Psychiatry*, 196(6), 495-495. <https://doi.org/10.1192/bjp.196.6.495>
- Crespi, B., Stead, P. et Elliot, M. (2010). Comparative genomics of autism and schizophrenia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(suppl_1), 1736-1741. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906080106>
- Crombie, G., Pyke, S. W., Silverthorn, N., Jones, A. et Piccinin, S. (2003). Students' Perceptions of Their Classroom Participation and Instructor as a Function of Gender and Context. *The Journal of Higher Education*, 74(1), 51-76. <https://doi.org/10.1080/00221546.2003.11777187>
- Crone, J. A. (1997). Using Panel Debates to Increase Student Involvement in the Introductory Sociology Class. *Teaching Sociology*, 25(3), 214-218. <https://doi.org/10.2307/1319397>
- Čuljak, Z. et Mlačić, B. (2014). The Big-Five Model of Personality and the Success of High School Students in Physical Education. *Croatian Journal of Education: Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 16(2), 471-490. <https://hrcak.srce.hr/125036>
- Dabbous, M., Sakr, F., Safwan, J., Akel, M., Malaeb, D., Rahal, M. et Kawtharani, A. (2023). Instructional educational games in pharmacy experiential education: a quasi-experimental assessment of learning outcomes, students' engagement and motivation. *BMC Medical Education*, 23(1), 753. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04742-y>
- Daggett, L. M. (1997). Quantifying class participation. *Nurse Educator*, 22(2), 13-14. <https://doi.org/10.1097/00006223-199703000-00010>
- Dahlstrom-Hakki, I. et Wallace, M. L. (2022). Teaching statistics to struggling students: lessons learned from students with Id, adhd, and autism. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 30(2), 127-137. <https://doi.org/10.1080/26939169.2022.2082601>
- Dany, L., Moreau, L., Guillet, C. et Franchina, C. (2016). Pratiques des jeux vidéo, d'internet et des réseaux sociaux chez des collégiens français. *Santé Publique*, 28(5), 569-579. <https://doi.org/10.3917/spub.165.0569>

- Dashtestani, R. et Hojatpanah, S. (2021). Digital literacy of EFL students in a junior high school in Iran: voices of teachers, students and Ministry Directors. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 635-665. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1744664>
- Dattolo, A. et Luccio, F. L. (2017). A Review of Websites and Mobile Applications for People with Autism Spectrum Disorders: Towards Shared Guidelines. Dans O. Gaggi, P. Manzoni, C. Palazzi, A. Bujari et J. M. Marquez-Barja (dir.), *Smart Objects and Technologies for Social Good* (p. 264-273). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61949-1_28
- David Strang, K. (2012). Skype Synchronous Interaction Effectiveness in a Quantitative Management Science Course. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 10(1), 3-23. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2011.00333.x>
- Davis, F. D. (1986). *User acceptance of information systems : the technology acceptance model (TAM)* [Working Paper]. <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/35547>
- Davis, M. T., Watts, G. W. et López, E. J. (2021). A systematic review of firsthand experiences and supports for students with autism spectrum disorder in higher education. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 84, 101769. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2021.101769>
- De Clercq, M., Galand, B., Hospel, V. et Frenay, M. (2021). Bridging Contextual and Individual Factors of Academic Achievement: A Multi-Level Analysis of Diversity in the Transition to Higher Education. *Frontline Learning Research*, 9(2), 96-120. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1294906>
- De Haan, E. H. F., Appels, B., Aleman, A. et Postma, A. (2000). Inter- and Intramodal Encoding of Auditory and Visual Presentation of Material: Effects on Memory Performance. *The Psychological Record*, 50(3), 577-586. <https://doi.org/10.1007/BF03395372>
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P. et Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.02.001>
- de Bruin, C. L., Deppeler, J. M., Moore, D. W. et Diamond, N. T. (2013). Public school-based interventions for adolescents and young adults with an autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 83(4), 521-550. <https://doi.org/10.3102/0034654313498621>
- Deci, E. L. et Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19(2), 109-134. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(85\)90023-6](https://doi.org/10.1016/0092-6566(85)90023-6)
- Dede, M. İ. C., Selvi, Ö., Bilginçan, T. et Kant, Y. (2009). Design of a haptic device for teleoperation and virtual reality systems. Dans *2009 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (p. 3623-3628). <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2009.5346857>
- Dehaene, S. (2020). *How We Learn: The New Science of Education and the Brain*. Penguin UK.
- de Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P. et Paas, F. (2007). Attention cueing as a means to enhance learning from an animation. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 731-746. <https://doi.org/10.1002/acp.1346>
- Delfolie et Gérout. Fiche d'accompagnement et de pédagogie innovante l'autisme à haut niveau de fonctionnement. 2018.
- Denden, M., Tlili, A., Chen, N.-S., Abed, M., Jemni, M. et Essalmi, F. (2024). The role of learners' characteristics in educational gamification systems: a systematic meta-review of the literature. *Interactive Learning Environments*, 32(3), 790-812. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2098777>

- Denden, M., Tlili, A., Essalmi, F. et Jemni, M. (2018). Does Personality Affect Students' Perceived Preferences for Game Elements in Gamified Learning Environments? Dans *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (p. 111-115). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2018.00033>
- Dengel, A. et Mägdefrau, J. (2018). Immersive Learning Explored: Subjective and Objective Factors Influencing Learning Outcomes in Immersive Educational Virtual Environments. Dans *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (p. 608-615). <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615281>
- Dengel, A. et Mägdefrau, J. (2020). Immersive Learning Predicted: Presence, Prior Knowledge, and School Performance Influence Learning Outcomes in Immersive Educational Virtual Environments. Dans *2020 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)* (p. 163-170). <https://doi.org/10.23919/iLRN47897.2020.9155084>
- Dennison, S. et El-Masri, M. M. (2012). Development and psychometric assessment of the undergraduate nursing student academic satisfaction scale (UNSASS). *Journal of Nursing Measurement*, 20(2), 75-89. <https://doi.org/10.1891/1061-3749.20.2.75>
- Denny, P., McDonald, F., Empson, R., Kelly, P. et Petersen, A. (2018). Empirical Support for a Causal Relationship Between Gamification and Learning Outcomes. Dans *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (p. 1-13). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173885>
- Dervan, P. (2014). *Increasing in-class student engagement using Socrative (an online Student Response System)*, 6(3). <https://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/180/283>
- Desmette, D., Hupet, M., Schelstraete, M.-A. et van der Linden, M. (1995). Adaptation en langue française du « Reading Span Test » de Daneman et Carpenter (1980). [A French version of M. Daneman and P. A. Carpenter's (1980) Reading Span Test (RST)]. *L'Année Psychologique*, 95(3), 459-482. <https://doi.org/10.3406/psy.1995.28842>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. et Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining « gamification ». Dans *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (p. 9-15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dewey, J. (1897). *The Significance of the Problem of Knowledge*. University of Chicago Press.
- Dewhurst, D. et Ward, R. (2014). The virtual pharmacology lab - a repository of free educational resources to support animal-free pharmacology teaching. *Alternatives to laboratory animals: ATLA*, 42(1), P4-8. <https://doi.org/10.1177/026119291404200115>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. et Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.75>
- Didier, T., Kreiter, C. D., Buri, R. et Solow, C. (2006). Investigating the Utility of a GPA Institutional Adjustment Index. *Advances in Health Sciences Education*, 11(2), 145-153. <https://doi.org/10.1007/s10459-005-0390-0>
- Dipeolu, A. O., Storlie, C. et Johnson, C. (2015). College students with high-functioning autism spectrum disorder: best practices for successful transition to the world of work. *Journal of College Counseling*, 18(2), 175-190. <https://doi.org/10.1002/jocc.12013>
- Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance,. (2024). *Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance [DEPP]*. Ministère de l'Éducation Nationale. <https://www.education.gouv.fr/direction-de-l-evaluation-de-la-prospective-et-de-la-performance-depp-12389>

- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P. et Rampnoux, O. (2011). Origins of Serious Games. Dans M. Ma, A. Oikonomou et L. C. Jain (dir.), *Serious Games and Edutainment Applications* (p. 25-43). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_3
- Douligeris, C., Seralidou, E. et Gkotsiopoulos, P. (2018). Let's learn with Kahoot! Dans *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (p. 677-685). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363296>
- Doumanis, I. et Economou, D. (2020). Evaluating the Impact of Multimodal Collaborative Virtual Environments on User's Spatial Knowledge and Experience of Gamified Educational Tasks. Dans *2020 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)* (p. 185-193). <https://doi.org/10.23919/iLRN47897.2020.9155165>
- Duguet, A., Mener, M. L. et Morlaix, S. (2016). Les déterminants de la réussite à l'université. Quels apports de la recherche en Éducation ? Quelles perspectives de recherche ? *Spirale - Revue de Recherches en Éducation*, (Supplément électronique à la revue de Recherches en éducation, N° 5, 2016). <https://shs.hal.science/halshs-01359599>
- Ebner, C. et Gegenfurtner, A. (2019). Learning and Satisfaction in Webinar, Online, and Face-to-Face Instruction: A Meta-Analysis. *Frontiers in Education*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2019.00092>
- Educational Testing Service. (2024). *ETS | Global education and talent solutions*. ETS. <https://www.ets.org/>
- Edwards, B. I., Bielawski, K. S., Prada, R. et Cheok, A. D. (2019). Haptic virtual reality and immersive learning for enhanced organic chemistry instruction. *Virtual Reality*, 23(4), 363-373. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0345-4>
- Egan, D. E. et Schwartz, B. J. (1979). Chunking in recall of symbolic drawings. *Memory & Cognition*, 7(2), 149-158. <https://doi.org/10.3758/BF03197595>
- Elangovan, T. et Ismail, Z. (2014). The Effects of 3D Computer Simulation on Biology Students' Achievement and Memory Retention. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2).
- Enea-Drapeau, C., Carlier, M. et Hugué, P. (2017). Implicit theories concerning the intelligence of individuals with Down syndrome. *PLOS ONE*, 12(11), e0188513. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188513>
- Epp, E. M., Green, K. F., Rahman, A. M. et Weaver, G. C. (2010). Analysis of Student–Instructor Interaction Patterns in Real-Time, Scientific Online Discourse. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 49-57. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9177-z>
- Eysenck, M. (1985). *Personality and Individual Differences* (Springer New York). <https://link.springer.com/book/9781461294702>
- Facione, P. A. (1990). *The California Critical Thinking Skills Test--College Level. Technical Report #1. Experimental Validation and Content Validity*. California Academic Press, 217 La Cruz, Millbrae, CA 94030 (\$10). <https://eric.ed.gov/?id=ED327549>
- Fage, C., Consel, C., Etchegoyhen, K., Amestoy, A., Bouvard, M., Mazon, C. et Sauzéon, H. (2019). An emotion regulation app for school inclusion of children with asd: design principles and evaluation. *Computers & Education*, 131, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.12.003>
- Fealy, S., Jones, D., Hutton, A., Graham, K., McNeill, L., Sweet, L. et Hazelton, M. (2019). The integration of immersive virtual reality in tertiary nursing and midwifery education: A scoping review. *Nurse Education Today*, 79, 14-19. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.002>

- Fernández García, L., Merchán, A., Phillips-Silver, J. et Daza González, M. T. (2021). Neuropsychological Development of Cool and Hot Executive Functions Between 6 and 12 Years of Age: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.687337>
- Finn, J. D. (1989). Withdrawing From School. *Review of Educational Research*, 59(2), 117-142. <https://doi.org/10.3102/00346543059002117>
- Fisher, J. L. et Harris, M. B. (1973). Effect of note taking and review on recall. *Journal of Educational Psychology*, 65(3), 321-325. <https://doi.org/10.1037/h0035640>
- Fleur, D. S., Bredeweg, B. et van den Bos, W. (2021). Metacognition: ideas and insights from neuro- and educational sciences. *npj Science of Learning*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00089-5>
- Fontaine, G., Cossette, S., Maheu-Cadotte, M.-A., Mailhot, T., Lavoie, P., Gagnon, M.-P., Dubé, V. et Côté, J. (2019). Traduction, adaptation et évaluation psychométrique préliminaire d'une mesure d'engagement et d'une mesure de charge cognitive en contexte d'apprentissage numérique. *Pédagogie Médicale*, 20(2), 79-90. <https://doi.org/10.1051/pmed/2020009>
- Fox, R. A., McManus, I. c. et Winder, B. C. (2001). The shortened Study Process Questionnaire: An investigation of its structure and longitudinal stability using confirmatory factor analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 71(4), 511-530. <https://doi.org/10.1348/000709901158659>
- Fralick, M. A. (1993). College Success: A Study of Positive and Negative Attrition. *Community College Review*, 20(5), 29-36. <https://doi.org/10.1177/009155219302000505>
- Francis, G. L., Duke, J. M., Kliethermes, A., Demetro, K. et Graff, H. (2018). Apps to support a successful transition to college for students with asd. *TEACHING Exceptional Children*, 51(2), 111-124. <https://doi.org/10.1177/0040059918802768>
- Frankl, G. (1943). Language and Affect Contact. *Nervous Child*, 2(251-262).
- 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>
- Fritschner, L. M. (2000). Inside the Undergraduate College Classroom. *The Journal of Higher Education*, world. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221546.2000.11780826>
- Fuchs, P., Moreau, G., Berthoz, A. et Vercher, J.-L. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle - volume 1 - Philippe Fuchs ... - Librairie Eyrolles*. <https://www.eyrolles.com/Informatique/Livre/le-traite-de-la-realite-virtuelle-volume-1-9782911762628/>
- Fuchslocher, A., Niesenhaus, J. et Krämer, N. (2011). Serious games for health: An empirical study of the game "Balance" for teenagers with diabetes mellitus. *Entertainment Computing*, 2(2), 97-101. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2010.12.001>
- Fung, L. K., Mahajan, R., Nozzolillo, A., Bernal, P., Krasner, A., Jo, B., Coury, D., Whitaker, A., Veenstra-Vanderweele, J. et Hardan, A. Y. (2016). Pharmacologic Treatment of Severe Irritability and Problem Behaviors in Autism: A Systematic Review and Meta-analysis. *Pediatrics*, 137(Supplement_2), S124-S135. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-2851K>
- Furst-Bowe, J. A. (1997). Comparison of Student Reactions in Traditional and Videoconferencing Courses in Training and Development. *International Journal of Instructional Media*, 24(3), 197-205. <https://www.learntechlib.org/p/85380/>

- Gadzella, B. M., Hogan, L., Masten, W. G., Stacks, J., Stephens, R. L. et Zascavage, V. (2006). Reliability and Validity of the Watson-Glasere Critical Thinking Appraisal-Forms for Different Academic Groups *. *Journal of Instructional Psychology*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Reliability-and-Validity-of-the-Watson-Glasere-for-Gadzella-Hogan/bcf088c01f5dd93635154f8da3f4e6ddb9ac015d>
- Gardner, H. (1985). *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. Basic Books.
- Garner, J. K. et Alley, M. P. (2013). How the design of presentation slides affects audience comprehension: a case for the assertion-evidence approach. *International Journal of Engineering Education*, 29(6), 1564-1579. <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=84891906159&partnerID=8YFLLogxK>
- Garside, C. (1996). Look who's talking: A comparison of lecture and group discussion teaching strategies in developing critical thinking skills. *Communication Education*, 45(3), 212-227. <https://doi.org/10.1080/03634529609379050>
- Ge, Z.-G. (2018). The impact of a forfeit-or-prize gamified teaching on e-learners' learning performance. *Computers & Education*, 126, 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.009>
- Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50(1), 24-37. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.1.24>
- Geary, D. C. (2008). An Evolutionarily Informed Education Science. *Educational Psychologist*, 43(4), 179-195. <https://doi.org/10.1080/00461520802392133>
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539-1552. <https://doi.org/10.1037/a0025510>
- Gelbar, N. W., Shefcyk, A. et Reichow, B. (2015). A Comprehensive Survey of Current and Former College Students with Autism Spectrum Disorders. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 88(1), 45-68. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4345538/>
- Gelbar, N. W., Smith, I. et Reichow, B. (2014). Systematic review of articles describing experience and supports of individuals with autism enrolled in college and university programs. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(10), 2593-2601. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2135-5>
- Gernsbacher, M. A. (2015). Video captions benefit everyone. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 2(1), 195-202. <https://doi.org/10.1177/2372732215602130>
- Getz, I. (1996). La mémoire et la performance chez l'expert en échecs. *Psychologie d'aujourd'hui*, 43-60. <https://shs.cairn.info/l-expertise-cognitive-aux-echecs--9782130472605-page-43>
- Geurts, H. M., Corbett, B. et Solomon, M. (2009). The paradox of cognitive flexibility in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.006>
- Gierl, M. J., Bulut, O., Guo, Q. et Zhang, X. (2017). Developing, Analyzing, and Using Distractors for Multiple-Choice Tests in Education: A Comprehensive Review. *Review of Educational Research*, 87(6), 1082-1116. <https://doi.org/10.3102/0034654317726529>
- Gillberg, C., Cederlund, M., Lamberg, K. et Zeijlon, L. (2006). Brief Report: "The Autism Epidemic". The Registered Prevalence of Autism in a Swedish Urban Area. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(3), 429-435. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0081-6>
- Glover, J. A., Zimmer, J. W., Ronning, R. R. et Petersen, C. H. (1980). Nobody Knows How to Remember That Prose. *The Journal of Educational Research*, 73(6), 340-343. <https://doi.org/10.1080/00220671.1980.10885263>

- Gobbo, K. et Shmulsky, S. (2014). Faculty experience with college students with autism spectrum disorders: a qualitative study of challenges and solutions. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 29(1), 13-22. <https://doi.org/10.1177/1088357613504989>
- Gobbo, K., Shmulsky, S. et Bower, M. (2018). Strategies for teaching STEM subjects to college students with autism spectrum disorder. *Journal of College Science Teaching*, 47(6), 12-17. https://doi.org/10.2505/4/jcst18_047_06_12
- Goetz, T., Bieg, M., Lüdtke, O., Pekrun, R. et Hall, N. C. (2013). Do Girls Really Experience More Anxiety in Mathematics? *Psychological Science*, 24(10), 2079-2087. <https://doi.org/10.1177/0956797613486989>
- Gökçearsan, Ş. et Alper, A. (2015). The effect of locus of control on learners' sense of community and academic success in the context of online learning communities. *The Internet and Higher Education*, 27, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.06.003>
- Goldberg, L. R. (1993). The structure of phenotypic personality traits. *American Psychologist*, 48(1), 26-34. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.48.1.26>
- Goldberg, L. R., Johnson, J. A., Eber, H. W., Hogan, R., Ashton, M. C., Cloninger, C. R. et Gough, H. G. (2006). The international personality item pool and the future of public-domain personality measures. *Journal of Research in Personality*, 40(1), 84-96. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2005.08.007>
- Goleman, D. (1996). Emotional Intelligence. Why It Can Matter More than IQ. *Learning*, 24(6), 49-50.
- Gopinath, C. (1999). Alternatives to Instructor Assessment of Class Participation. *Journal of Education for Business*, 75(1), 10-14. <https://doi.org/10.1080/08832329909598983>
- Gordon, C. L., Shea, T. M., Noelle, D. C. et Balasubramaniam, R. (2019). Affordance Compatibility Effect for Word Learning in Virtual Reality. *Cognitive Science*, 43(6), e12742. <https://doi.org/10.1111/cogs.12742>
- Granić, A. et Marangunić, N. (2019). Technology acceptance model in educational context: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2572-2593. <https://doi.org/10.1111/bjet.12864>
- Greenwald, A. G., Brendl, M., Cai, H., Cvencek, D., Dovidio, J. F., Friesse, M., Hahn, A., Hehman, E., Hofmann, W., Hughes, S., Hussey, I., Jordan, C., Kirby, T. A., Lai, C. K., Lang, J. W. B., Lindgren, K. P., Maison, D., Ostafin, B. D., Rae, J. R., ... Wiers, R. W. (2022). Best research practices for using the Implicit Association Test. *Behavior Research Methods*, 54(3), 1161-1180. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01624-3>
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E. et Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464-1480. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.6.1464>
- Gregori, E., Mason, R., Wang, D., Griffin, Z. et Iriarte, A. (2022). Effects of telecoaching on conversation skills for high school and college students with autism spectrum disorder. *Journal of Special Education Technology*, 37(2), 241-252. <https://doi.org/10.1177/01626434211002151>
- Grevet, R. (2001). *L'Avènement de l'école contemporaine en France (1789-1835)*. Presses Univ. Septentrion.
- Grivokostopoulou, F., Kovas, K. et Perikos, I. (2019). Examining the Impact of a Gamified Entrepreneurship Education Framework in Higher Education. *Sustainability*, 11(20), 5623. <https://doi.org/10.3390/su11205623>
- Grivokostopoulou, F., Perikos, I. et Hatzilygeroudis, I. (2016). An Innovative Educational Environment Based on Virtual Reality and Gamification for Learning Search Algorithms. Dans *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)* (p. 110-115). <https://doi.org/10.1109/T4E.2016.029>

- Gu, Q. et Schwartz, M. W. (2018). An Automatic Quantification of the Randomness of Answering Correctly in Taking Traditional Multiple-choice Tests. *Theory and Practice in Language Studies*, 8(9), 1152-1159.
- Guay, F., Vallerand, R. et Blanchard, C. (2000). On the Assessment of Situational Intrinsic and Extrinsic Motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and Emotion*, 24, 175-213. <https://doi.org/10.1023/A:1005614228250>
- Gudmundsen, J. (2006). Movement aims to get serious about games. *USA Today*. http://www.usatoday.com/tech/gaming/2006-05-19-serious-games_x.htm
- Guilford, J. P. (1975). Factors and factors of personality. *Psychological Bulletin*, 82(5), 802-814. <https://doi.org/10.1037/h0077101>
- Gunn, K. C. M. et Delafield-Butt, J. T. (2016). Teaching children with autism spectrum disorder with restricted interests: a review of evidence for best practice. *Review of Educational Research*, 86(2), 408-430. <https://doi.org/10.3102/0034654315604027>
- Guo, P. J., 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). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- Gurbuz, E., Hanley, M. et Riby, D. M. (2019). University students with autism: the social and academic experiences of university in the UK. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(2), 617-631. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3741-4>
- Gwee, H. N. (2013). Effects of Virtual-Reality Elements on Spatial Visualization Skills of Secondary Three Students in Singapore. Dans Y. Cai (dir.), *3D Immersive and Interactive Learning* (p. 45-57). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-4021-90-6_3
- Hamonet, C. (2016). Chapitre premier. Handicap : naissance et progression singulière d'un mot porteur de progrès. *Que sais-je ?*, 8, 17-29. <https://shs.cairn.info/les-personnes-en-situation-de-handicap--9782130732211-page-17?lang=fr&tab=texte-integral>
- Hampel, R. et Stickler, U. (2012). The use of videoconferencing to support multimodal interaction in an online language classroom. *ReCALL*, 24(2), 116-137. <https://doi.org/10.1017/S095834401200002X>
- Handelsman, M. M., Briggs, W. L., Sullivan, N. et Towler, A. (2005). A Measure of College Student Course Engagement. *The Journal of Educational Research*, 98(3), 184-192. <https://doi.org/10.3200/JOER.98.3.184-192>
- Hanham, J., Lee, C. B. et Teo, T. (2021). The influence of technology acceptance, academic self-efficacy, and gender on academic achievement through online tutoring. *Computers & Education*, 172, 104252. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104252>
- Hanus, M. D. et Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Happé, F. et Frith, U. (2006). The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive Style in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5-25. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0>
- Harris, J. (2018). Leo Kanner and autism: a 75-year perspective. *International Review of Psychiatry*, 30(1), 3-17. <https://doi.org/10.1080/09540261.2018.1455646>

- Harrison, A. J., Bradshaw, L. P., Naqvi, N. C., Paff, M. L. et Campbell, J. M. (2017). Development and Psychometric Evaluation of the Autism Stigma and Knowledge Questionnaire (ASK-Q). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(10), 3281-3295. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3242-x>
- Haruna, H., Hu, X., Chu, S. K. W., Mellecker, R. R., Gabriel, G. et Ndekao, P. S. (2018). Improving Sexual Health Education Programs for Adolescent Students through Game-Based Learning and Gamification. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 2027. <https://doi.org/10.3390/ijerph15092027>
- Hashim, H. U., Yunus, M. M. et Norman, H. (2022). Autism Children and English Vocabulary Learning: A Qualitative Inquiry of the Challenges They Face in Their English Vocabulary Learning Journey. *Children*, 9(5), 628. <https://doi.org/10.3390/children9050628>
- Hattie, J. (2015). The applicability of visible learning to higher education. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1(1), 79-91. <https://doi.org/10.1037/stl0000021>
- Hayes, A. (2018). *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis. A Regression-Based Approach 2nd edition - Andrew F. Hayes*. <https://www.decitre.fr/livres/introduction-to-mediation-moderation-and-conditional-process-analysis-9781462534654.html>
- Hazard, B. et Cavaillès, J. A. (2020). *Les usages pédagogiques du numérique en situation pandémique durant la période de mars à juin 2020*, 77.
- He, G., Chen, S., Lin, H. et Su, A. (2024). The association between initial metacognition and subsequent academic achievement: a meta-analysis of longitudinal studies. *Educational Psychology Review*, 36(3), 81. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09922-w>
- Hedges, S. H., Odom, S. L., Hume, K. et Sam, A. (2018). Technology use as a support tool by secondary students with autism. *Autism*, 22(1), 70-79. <https://doi.org/10.1177/1362361317717976>
- Helmke, A. et Weinert, F. E. (1997). *Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen*. Max-Planck-Inst. für Psychologische Forschung.
- Hill, E. L. (2004). Evaluating the theory of executive dysfunction in autism. *Developmental Review*, 24(2), 189-233. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2004.01.001>
- Hirsch, C. D., Barlem, E. L. D., Barlem, J. G. T., Dalmolin, G. de L., Pereira, L. A. et Ferreira, A. G. (2016). Cross-cultural adaptation and validation of the Nursing Student Satisfaction Scale for use with Brazilian nursing students. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 24, e2776. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.1053.2776>
- Hong, Q. N., Pluye, P., Bujold, M. et Wassef, M. (2017). Convergent and sequential synthesis designs: implications for conducting and reporting systematic reviews of qualitative and quantitative evidence. *Systematic Reviews*, 6(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0454-2>
- Howard, J. L., Bureau, J. S., Guay, F., Chong, J. X. Y. et Ryan, R. M. (2021). Student Motivation and Associated Outcomes: A Meta-Analysis From Self-Determination Theory. *Perspectives on Psychological Science*, 16(6), 1300-1323. <https://doi.org/10.1177/1745691620966789>
- Howard, J. R. et Henney, A. L. (1998). Student Participation and Instructor Gender in the Mixed-Age College Classroom. *The Journal of Higher Education*, 69(4), 384-405. <https://ideas.repec.org/a/taf/uhejxx/v69y1998i4p384-405.html>
- Howard, M. C. et Gutworth, M. B. (2020). A meta-analysis of virtual reality training programs for social skill development. *Computers & Education*, 144, 103707. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103707>

- Hsu, H. (2013). The Acceptance of Moodle: An Empirical Study Based on UTAUT. *Creative Education*, 3(8), 44-46. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.38B010>
- Huaman, E. M. R., Aceituno, R. G. A. et Sharhorodska, O. (2019). Application of Virtual Reality and Gamification in the Teaching of Art History. Dans P. Zaphiris et A. Ioannou (dir.), *Learning and Collaboration Technologies. Ubiquitous and Virtual Environments for Learning and Collaboration* (p. 220-229). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21817-1_17
- Huang, B., Hew, K. F. et Lo, C. K. (2019). Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1106-1126. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1495653>
- Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M. et Chen, A.-S. (2020a). Influence of Students' Learning Style, Sense of Presence, and Cognitive Load on Learning Outcomes in an Immersive Virtual Reality Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596-615. <https://doi.org/10.1177/0735633119867422>
- Huang, R., Ritzhaupt, A. D., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J. et Li, J. (2020b). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: a meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1875-1901. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z>
- Huffman, J. M., Bross, L. A., Watson, E. K., Wills, H. P. et Mason, R. A. (2019). Preliminary investigation of a self-monitoring application for a postsecondary student with autism. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 3(4), 423-433. <https://doi.org/10.1007/s41252-019-00124-y>
- Hung, A. C. Y., Zarco, E., Yang, M., Dembicki, D. et Kase, M. (2017). Gamification in the wild: Faculty perspectives on gamifying learning in higher education. *Issues and Trends in Learning Technologies*, 5(2). https://doi.org/10.2458/azu_itet_v5i2_hung
- Hunter, J. E. et Hunter, R. F. (1984). Validity and utility of alternative predictors of job performance. *Psychological Bulletin*, 96(1), 72-98. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.96.1.72>
- Hussain, N. et Bhamani, S. (2012). DEVELOPMENT OF THE STUDENT UNIVERSITY SATISFACTION SCALE: RELIABILITY AND VALIDITY. *INTERDISCIPLINARY JOURNAL OF CONTEMPORARY RESEARCH IN BUSINESS*, 4(3). https://www.academia.edu/2069420/DEVELOPMENT_OF_THE_STUDENT_UNIVERSITY_SATISFACTIO_N_SCALE_RELIABILITY_AND_VALIDITY
- Husson, A., Josse, J. et Le, S. Package 'FactoMineR.' FactoMineR. 2015.
- Hwang, G.-J., Wu, C.-H. et Kuo, F.-R. (2013). Effects of Touch Technology-based Concept Mapping on Students' Learning Attitudes and Perceptions. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(3), 274-285. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.3.274>
- Imose, R. et Barber, L. K. (2015). Using undergraduate grade point average as a selection tool: A synthesis of the literature. *The Psychologist-Manager Journal*, 18(1), 1-11. <https://doi.org/10.1037/mgr0000025>
- INSEE. (2022a). *Enseignement supérieur – Femmes et hommes, l'égalité en question* | Insee. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6047727?sommaire=6047805#consulter>
- INSEE. (2022b, 30 juin). *Revenu salarial – Emploi, chômage, revenus du travail* | Insee. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6453744?sommaire=6453776>

- INSEE. (2023). *Proportion de bacheliers dans une génération selon la filière et le sexe* | Insee. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2383585>
- Iten, N. et Petko, D. (2016). Learning with serious games: Is fun playing the game a predictor of learning success? *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 151-163. <https://doi.org/10.1111/bjet.12226>
- Iwamoto, D. H., Hargis, J., Taitano, E. J. et Vuong, K. (2017). Analyzing the efficacy of the testing effect using kahoottm on student performance. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(2), 80-93. <https://doi.org/10.17718/tojde.306561>
- Jackson, E. M. et Hanline, M. F. (2020). Using a concept map with RECALL to increase the comprehension of science texts for children with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 35(2), 90-100. <https://doi.org/10.1177/1088357619889933>
- Jackson, L. G., Duffy, M. L., Brady, M. P. et McCormick, J. (2018a). Effects of Learning Strategy Training on the Writing Performance of College Students with Asperger's Syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48(3), 708-721. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3170-9>
- Jackson, S. L. J., Hart, L., Brown, J. T. et Volkmar, F. R. (2018b). Brief Report: Self-reported academic, social, and mental health experiences of post-secondary students with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 48(3), 643-650. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3315-x>
- Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W. et Black, J. B. (2017). Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment. *Computers & Education*, 106, 150-165. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.009>
- Jeen, Y., Han, J., Kim, H., Lee, K. et Park, P. (2007). Persuasive Interaction Strategy for Self Diet System: Exploring the Relation of User Attitude and Intervention by Computerized Systematic Methods. Dans J. A. Jacko (dir.), *Human-Computer Interaction. HCI Applications and Services* (p. 450-458). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73111-5_51
- Jeffries, R., Turner, A. A., Poison, P. G. et Atwood, M. E. (1981). The Processes Involved in Designing Software. Dans *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Psychology Press.
- Jeung, H., Chandler, P. et Sweller, J. (1997). The Role of Visual Indicators in Dual Sensory Mode Instruction. *Educational Psychology*, 17(3), 329-345. <https://doi.org/10.1080/0144341970170307>
- Jin, C., Dai, L. et Wang, T. (2021). The application of virtual reality in the training of laparoscopic surgery: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*, 87, 105859. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.11.022>
- John, O. P., Donahue, E. M. et Kentle, R. L. (1991). *Big Five Inventory (BFI)*. <https://doi.org/10.1037/t07550-000>
- Johnson, S. D., Aragon, S. R. et Shaik, N. (2000). Comparative Analysis of Learner Satisfaction and Learning Outcomes in Online and Face-to-Face Learning Environments. *Journal of Interactive Learning Research*, 11(1), 29-49. <https://www.learntechlib.org/primary/p/8371/>
- Jolliffe, I. T. et Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Jones, E. J. H., Webb, S. J., Estes, A. et Dawson, G. (2013). Rule learning in autism: the role of reward type and social context. *Developmental Neuropsychology*, 38(1), 58-77. <https://doi.org/10.1080/87565641.2012.727049>

- Joo, Y. J., Joung, S. et Kim, E. K. (2013). Structural Relationships among E-learners' Sense of Presence, Usage, Flow, Satisfaction, and Persistence. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(2), 310-324. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.2.310>
- Journal l'Étudiant. (2023, 12 septembre). " Nous demandons une véritable politique universitaire en France ". Guillaume Gellé. *France Universités*. <https://franceuniversites.fr/actualite/nous-demandons-une-veritable-politique-universitaire-en-france-guillaume-gelle/>
- Journal officiel de la République française. (s. d.). *Article 515-14 - Code civil - Légifrance*. Récupéré le 26 mai 2024 de https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000030250342
- Journal officiel de la République française. *Décret n° 2013-118 du 1er février 2013 relatif à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques*.
- Junn, E. (1994). « Pearls of wisdom »: Enhancing student class participation with an innovative exercise. *Journal of Instructional Psychology*, 21(4), 385-387.
- Kaiser, H. F. et Rice, J. (1974). Little Jiffy, Mark Iv. *Educational and Psychological Measurement*, 34(1), 111-117. <https://doi.org/10.1177/001316447403400115>
- Kang, M. et Shin, W. sug. (2015). An Empirical Investigation of Student Acceptance of Synchronous E-Learning in an Online University. *Journal of Educational Computing Research*, 52(4), 475-495. <https://doi.org/10.1177/0735633115571921>
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, (2), 217-250.
- Kaplan, A. D., Cruit, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D. et Hancock, P. A. (2021). The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis. *Human Factors*, 63(4), 706-726. <https://doi.org/10.1177/0018720820904229>
- Karp, D. A. et Yoels, W. C. (1976). The college classroom: Some observations on the meanings of student participation. *Sociology & Social Research*, 60(4), 421-439.
- Kasim, N. N. M. et Khalid, F. (2016). Choosing the Right Learning Management System (LMS) for the Higher Education Institution Context: A Systematic Review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 11(06), 55-61. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644>
- Kassambara, A. et Mundt, F. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R Package Version 1.0.7. 2020.
- Kaufmann, H. et Schmalstieg, D. (2006). Designing Immersive Virtual Reality for Geometry Education. Dans *IEEE Virtual Reality Conference (VR 2006)* (p. 51-58). <https://doi.org/10.1109/VR.2006.48>
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D. et Wagner, M. (2000). Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. *Education and Information Technologies*, 5(4), 263-276. <https://doi.org/10.1023/A:1012049406877>
- Kearney, K. B., Joseph, B., Finnegan, L. et Wood, J. (2021). Using a peer-mediated instructional package to teach college students with intellectual and developmental disabilities to navigate an inclusive university campus. *The Journal of Special Education*, 55(1), 45-54. <https://doi.org/10.1177/0022466920937469>
- Keshav, N. U., Salisbury, J. P., Vahabzadeh, A. et Sahin, N. T. (2017). Social Communication Coaching Smartglasses: Well Tolerated in a Diverse Sample of Children and Adults With Autism. *JMIR mHealth and uHealth*, 5(9), e8534. <https://doi.org/10.2196/mhealth.8534>

- Kiewra, K. A., DuBois, N. F., Christian, D., McShane, A., Meyerhoffer, M. et Roskelley, D. (1991). Note-taking functions and techniques. *Journal of Educational Psychology*, 83(2), 240-245. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.83.2.240>
- Kim, C., Park, S. W. et Cozart, J. (2014). Affective and motivational factors of learning in online mathematics courses. *British Journal of Educational Technology*, 45(1), 171-185. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01382.x>
- Kim, J. et Castelli, D. M. (2021). Effects of Gamification on Behavioral Change in Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3550. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073550>
- Kim, J. H. et Park, H. (2019). Effects of Smartphone-Based Mobile Learning in Nursing Education: A Systematic Review and Meta-analysis. *Asian Nursing Research*, 13(1), 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2019.01.005>
- Kim, K., Schmierbach, M. G., Bellur, S. (Saras), Chung, M.-Y., Fraustino, J. D., Dardis, F. et Ahern, L. (2015). Is it a sense of autonomy, control, or attachment? Exploring the effects of in-game customization on game enjoyment. *Computers in Human Behavior*, 48, 695-705. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.011>
- Kinchin, I. M. (2006). Concept mapping, powerpoint, and a pedagogy of access. *Journal of Biological Education*, 40(2), 79-83. <https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656018>
- King-Sears, M. E., Stefanidis, A., Evmenova, A. S., Rao, K., Mergen, R. L., Owen, L. S. et Strimel, M. M. (2023). Achievement of learners receiving UDL instruction: A meta-analysis. *Teaching and Teacher Education*, 122, 103956. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103956>
- Kirkpatrick, M., Rivera, G. et Akers, J. (2022). Systematic review of behavioral interventions using digital technology to reduce problem behavior in the classroom. *Journal of Behavioral Education*, 31(1), 69-93. <https://doi.org/10.1007/s10864-020-09406-1>
- Klingenberg, S., Jørgensen, M. L. M., Dandanell, G., Skriver, K., Mottelson, A. et Makransky, G. (2020). Investigating the effect of teaching as a generative learning strategy when learning through desktop and immersive VR: A media and methods experiment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2115-2138. <https://doi.org/10.1111/bjet.13029>
- Koçak, F. et Sari, H. (2021). The effectiveness of the semantic concept map method in concept teaching to students with autism spectrum disorders. *Journal of Education and Learning*, 10(4), 170-184. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1309668>
- Koegel, L. K., Ashbaugh, K., Koegel, R. L., Detar, W. J. et Regester, A. (2013). Increasing Socialization in Adults with Asperger's Syndrome. *Psychology in the Schools*, 50(9), 899-909. <https://doi.org/10.1002/pits.21715>
- Kolb, D. A. et Kolb, A. Y. (2013a). *The Kolb Learning Style Inventory 4.0: Guide to Theory, Psychometrics, Research & Applications*.
- Kolb, D. et Kolb, A. (2013b). *The Kolb Learning Style Inventory 4.0: Guide to Theory, Psychometrics, Research & Applications*.
- Komaraju, M. et Karau, S. J. (2005). The relationship between the big five personality traits and academic motivation. *Personality and Individual Differences*, 39(3), 557-567. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.02.013>
- Komaraju, M., Karau, S. J. et Schmeck, R. R. (2009). Role of the Big Five personality traits in predicting college students' academic motivation and achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.07.001>

- Kong, L.-N., Qin, B., Zhou, Y., Mou, S. et Gao, H.-M. (2014). The effectiveness of problem-based learning on development of nursing students' critical thinking: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 51(3), 458-469. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.06.009>
- Kordaki, M. et Gousiou, A. (2017). Digital card games in education: A ten year systematic review. *Computers & Education*, 109, 122-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.011>
- Kosslyn, S. M., Ganis, G. et Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(9), 635-642. <https://doi.org/10.1038/35090055>
- Koutsoupidou, T. (2014). Online distance learning and music training: benefits, drawbacks and challenges. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 29(3), 243-255. <https://doi.org/10.1080/02680513.2015.1011112>
- Krath, J., Schürmann, L. et von Korfflesch, H. F. O. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, 106963. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. et Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook II: Affective Domain* (David McKay).
- Kuh, G. D. et Umbach, P. D. (2004). College and Character: Insights from the National Survey of Student Engagement. *New Directions for Institutional Research*. <https://doi.org/10.1002/ir.108>
- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A., Andersen, C., White, S. H., Klahr, D. et Carver, S. M. (1995). Strategies of Knowledge Acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60(4), i-157. <https://doi.org/10.2307/1166059>
- Kuo, C.-C., Liang, K.-C., Tseng, C. C. et Gau, S. S.-F. (2014). Comparison of the cognitive profiles and social adjustment between mathematically and scientifically talented students and students with Asperger's syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(7), 838-850. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.04.004>
- Kurtz, G., Amichai-Hamburger, Y. et Kantor, J. (2009). Psychosocial Well-Being of Israeli Students and Attitudes toward Open and Distance Learning. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 10(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i2.593>
- Laidra, K., Pullmann, H. et Allik, J. (2007). Personality and intelligence as predictors of academic achievement: A cross-sectional study from elementary to secondary school. *Personality and Individual Differences*, 42(3), 441-451. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.08.001>
- Lamb, R. L., Annetta, L., Firestone, J. et Etopio, E. (2018). A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations. *Computers in Human Behavior*, 80, 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.040>
- Lampropoulos, G. et Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational technology research and development*, 72(3), 1691-1785. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3>
- Lancaster, R. J. (2014). Serious Game Simulation as a Teaching Strategy in Pharmacology. *Clinical Simulation In Nursing*, 10(3), e129-e137. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2013.10.005>
- Landers, R. N. (2014). Developing a Theory of Gamified Learning: Linking Serious Games and Gamification of Learning. *Simulation & Gaming*, 45(6), 752-768. <https://doi.org/10.1177/1046878114563660>

- Larrue, F. (2011). *Influence des interfaces dans le transfert du virtuel au réel* [These de doctorat, Bordeaux 2]. <https://theses.fr/2011BOR21886>
- Lee, E. (2005). The Relationship of Motivation and Flow Experience to Academic Procrastination in University Students. *The Journal of Genetic Psychology*, 166(1), 5-15. <https://doi.org/10.3200/GNTP.166.1.5-15>
- Lee, E. A.-L. et Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, 79, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.010>
- Lee, S. H., Ripke, S., Neale, B. M., Faraone, S. V., Purcell, S. M., Perlis, R. H., Mowry, B. J., Thapar, A., Goddard, M. E., Witte, J. S., Absher, D., Agartz, I., Akil, H., Amin, F., Andreassen, O. A., Anjorin, A., Anney, R., Anttila, V., Arking, D. E., ... Cross-Disorder Group of the Psychiatric Genomics Consortium. (2013). Genetic relationship between five psychiatric disorders estimated from genome-wide SNPs. *Nature Genetics*, 45(9), 984-994. <https://doi.org/10.1038/ng.2711>
- Lei, H., Cui, Y. et Zhou, W. (2018). Relationships between student engagement and academic achievement: A meta-analysis. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 46(3), 517-528. <https://doi.org/10.2224/sbp.7054>
- Leight, H., Saunders, C., Calkins, R. et Withers, M. (2012). Collaborative Testing Improves Performance but Not Content Retention in a Large-Enrollment Introductory Biology Class. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 392-401. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-04-0048>
- Leloup, D. et Szadkowski, M. (2020, 2 avril). Sécurité, données, usages... Cinq questions sur Zoom, le service de vidéoconférence qui cartonne. https://www.lemonde.fr/pixels/article/2020/04/02/securite-donnees-usages-cinq-questions-sur-zoom-le-service-de-videoconference-qui-cartonne_6035309_4408996.html
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P. M., Van Gog, T. et Van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058-1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- Leslie, A. M., Friedman, O. et German, T. P. (2004). Core mechanisms in ‘theory of mind’. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(12), 528-533. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.10.001>
- Lespinet-Najib et Pinède. (2021). *Fractures corporelles et numériques*. <https://www.fracturesnumeriques.fr/>
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E. et Davidoff, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 282-297. <https://doi.org/10.1162/105474601300343612>
- Licorish, S. A., Owen, H. E., Daniel, B. et George, J. L. (2018). Students’ perception of Kahoot!’s influence on teaching and learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 13(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0078-8>
- Lieberoth, A. (2015). Shallow Gamification: Testing Psychological Effects of Framing an Activity as a Game. *Games and Culture*, 10(3), 229-248. <https://doi.org/10.1177/1555412014559978>
- Ligorio, M. B. et van Veen, K. (2006). Constructing a Successful Cross-National Virtual Learning Environment in Primary and Secondary Education. *AACE Journal*, 14(2), 103-128.
- Lin, L. et Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education*, 56(3), 650-658. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.007>

- Linnenbrink, E. A. et Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an Enabler for Academic Success. *School Psychology Review*, 31(3), 313-327. <https://doi.org/10.1080/02796015.2002.12086158>
- Locke, E. A. et Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting & task performance* (p. xviii, 413). Prentice-Hall, Inc.
- Logan, J. W., Lundberg, O. H., Roth, L. et Walsh, K. R. (2017). The Effect of Individual Motivation and Cognitive Ability on Student Performance Outcomes in a Distance Education Environment. *Journal of Learning in Higher Education*, 13(1), 83-91. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1139727>
- Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., Jones, E. J. H., Jones, R. M., Pickles, A., State, M. W., Taylor, J. L. et Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1), 1-23. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0138-4>
- Lorenz, T. et Heinitz, K. (2014). Aspergers – different, not less: occupational strengths and job interests of individuals with asperger’s syndrome. *PLOS ONE*, 9(6), e100358. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100358>
- Lou, Y., Bernard, R. M. et Abrami, P. C. (2006). Media and Pedagogy in Undergraduate Distance Education: A Theory-Based Meta-Analysis of Empirical Literature. *Educational Technology Research and Development*, 54(2), 141-176. <https://www.jstor.org/stable/30221319>
- Lozano-Blasco, R., Quílez-Robres, A., Usán, P., Salavera, C. et Casanovas-López, R. (2022). Types of Intelligence and Academic Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Intelligence*, 10(4), 123. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040123>
- Ludlow, B. L. et Brannan, S. A. (1999). Distance Education Programs Preparing Personnel for Rural Areas: Current Practices, Emerging Trends, and Future Directions. *Rural Special Education Quarterly*, 18(3-4), 5-20. <https://doi.org/10.1177/8756870599018003-402>
- Luigini, A., Parricchi, M. A., Basso, A. et Basso, D. (2020). Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol. *Interaction Design and Architecture(s)*, (43), 42-67. <https://bia.unibz.it/esploro/outputs/journalArticle/Immersive-and-participatory-serious-games-for-heritage-education-applied-to-the-cultural-heritage-of-South-Tyrol/991005772911101241>
- Lukmanji, S., Manji, S. A., Kadhim, S., Sauro, K. M., Wirrell, E. C., Kwon, C.-S. et Jetté, N. (2019). The co-occurrence of epilepsy and autism: A systematic review. *Epilepsy & Behavior*, 98, 238-248. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2019.07.037>
- Lukwekwe, S. A. (2015). *Factors Affecting Students’ Performance in Open and Distance Learning: A Case Study of Kinondoni Regional Centre* [masters, The Open University Of Tanzania]. <https://repository.out.ac.tz/1329/>
- Lumpkin, M. A.-S. M. L. R. (1998). Students’ Reactions to the Introduction of Videoconferencing for Classroom Instruction. *The Information Society*, world. <https://doi.org/10.1080/019722498128944>
- Luo, L., Kiewra, K. A., Flanigan, A. E. et Peteranetz, M. S. (2018). Laptop versus longhand note taking: effects on lecture notes and achievement. *Instructional Science*, 46(6), 947-971. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9458-0>
- Macalli, M., Kinouani, S., Texier, N., Schück, S. et Tzourio, C. (2022). Contribution of perceived loneliness to suicidal thoughts among French university students during the COVID-19 pandemic. *Scientific Reports*, 12(1), 16833. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21288-z>
- Machtmes, K. et Asher, J. W. (2000). A meta-analysis of the effectiveness of telecourses in distance education. *American Journal of Distance Education*, 14(1), 27-46. <https://doi.org/10.1080/08923640009527043>

- Madaus, J., Cascio, A. et Gelbar, N. (2022). Perceptions of college students with autism spectrum disorder on the transition to remote learning during the covid-19 pandemic. *Developmental Disabilities Network Journal*, 2(2). <https://digitalcommons.usu.edu/ddnj/vol2/iss2/5>
- Mahdi, S., Viljoen, M., Yee, T., Selb, M., Singhal, N., Almodayfer, O., Granlund, M., de Vries, P. J., Zwaigenbaum, L. et Bölte, S. (2018). An international qualitative study of functioning in autism spectrum disorder using the World Health Organization international classification of functioning, disability and health framework. *Autism Research*, 11(3), 463-475. <https://doi.org/10.1002/aur.1905>
- Makransky, G., Mayer, R., Nøremølle, A., Cordoba, A. L., Wandall, J. et Bonde, M. (2020). Investigating the feasibility of using assessment and explanatory feedback in desktop virtual reality simulations. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 293-317. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09690-3>
- Mania, K. et Chalmers, A. (2001). The Effects of Levels of Immersion on Memory and Presence in Virtual Environments: A Reality Centered Approach. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 247-264. <https://doi.org/10.1089/109493101300117938>
- Marinoni, G., Hilligje, van't L. et Trine, J. (2020). *THE IMPACT OF COVID-19 ON HIGHER EDUCATION AROUND THE WORLD*.
- Marsh, E. J. et Sink, H. E. (2010). Access to handouts of presentation slides during lecture: consequences for learning. *Applied Cognitive Psychology*, 24(5), 691-706. <https://doi.org/10.1002/acp.1579>
- Marshall, J., Greenberg, H. et Machun, P. A. (2012). How would they choose? Online student preferences for advance course information. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 27(3), 249-263. <https://doi.org/10.1080/02680513.2012.716656>
- Martin, F., Ahlgrim-Delzell, L. et Budhrani, K. (2017). Systematic Review of Two Decades (1995 to 2014) of Research on Synchronous Online Learning. *American Journal of Distance Education*, 31(1), 3-19. <https://doi.org/10.1080/08923647.2017.1264807>
- Martin, F. et Parker, M. A. (2014). Use of Synchronous Virtual Classrooms: Why, Who, and How? *Journal of Online Learning and Teaching*, 10(2).
- Martin, F., Sun, T., Turk, M. et Ritzhaupt, A. D. (2021). A Meta-Analysis on the Effects of Synchronous Online Learning on Cognitive and Affective Educational Outcomes. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(3), 205-242. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i3.5263>
- Mason, R. A., Gregori, E., Wills, H. P., Kamps, D. et Huffman, J. (2020). Covert audio coaching to increase question asking by female college students with autism: proof of concept. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 32(1), 75-91. <https://doi.org/10.1007/s10882-019-09684-2>
- Mason, R. A., Rispoli, M., Ganz, J. B., Boles, M. B. et Orr, K. (2012). Effects of video modeling on communicative social skills of college students with asperger syndrome. *Developmental Neurorehabilitation*, 15(6), 425-434. <https://doi.org/10.3109/17518423.2012.704530>
- Matson, J. L. et Goldin, R. L. (2013). Comorbidity and autism: Trends, topics and future directions. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(10), 1228-1233. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.07.003>
- Mazon, C. (2019). *Des technologies numériques pour l'inclusion scolaire des collégiens avec TSA : des approches individuelles aux approches écosystémiques pour soutenir l'individu et ses aidants* [These de doctorat, Bordeaux]. <https://theses.fr/2019BORD0258>

- Mazon, C., Clément, B., Roy, D., Oudeyer, P.-Y. et Sauzéon, H. (2023). Pilot study of an intervention based on an intelligent tutoring system (ITS) for instructing mathematical skills of students with ASD and/or ID. *Education and Information Technologies*, 28(8), 9325-9354. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11129-x>
- Mazon, C., Fage, C. et Sauzéon, H. (2019). Effectiveness and usability of technology-based interventions for children and adolescents with ASD: A systematic review of reliability, consistency, generalization and durability related to the effects of intervention. *Computers in Human Behavior*, 93, 235-251. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.001>
- McCrae, R. R. et Costa, P. T. (1985). Updating Norman's « adequacy taxonomy »: Intelligence and personality dimensions in natural language and in questionnaires. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(3), 710-721. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.49.3.710>
- McKeon, B., Alpern, C. S. et Zager, D. (2013). Promoting academic engagement for college students with autism spectrum disorder. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 26(4), 353-366. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1026894>
- McLeod, H. et Harrison, J. (2013). Assisting students with Asperger's syndrome to transition more smoothly into academic life at university and into university accommodation. *JANZSSA: Journal of the Australian and New Zealand Student Services Association*, (41), 35-45. <https://doi.org/10.3316/informit.T2024042100006001585859606>
- McLeod, J. D., Meanwell, E. et Hawbaker, A. (2019). The experiences of college students on the autism spectrum: a comparison to their neurotypical peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(6), 2320-2336. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03910-8>
- McMahon, D., Cihak, D. F. et Wright, R. (2015). Augmented reality as a navigation tool to employment opportunities for postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 157-172. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1047698>
- McMahon, D. D., Cihak, D. F., Wright, R. E. et Bell, S. M. (2016). Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(1), 38-56. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1103149>
- McNicholl, A., Casey, H., Desmond, D. et Gallagher, P. (2021). The impact of assistive technology use for students with disabilities in higher education: a systematic review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(2), 130-143. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1642395>
- McPeake, E., Lamore, K., Boujut, E., El Khoury, J., Pellenq, C., Plumet, M.-H. et Cappe, E. (2023). "I just need a little more support": a thematic analysis of autistic students' experience of university in france. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 105, 102172. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2023.102172>
- 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.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M. et Jones, K. (2009). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies* [Monograph]. Centre for Learning Technology. <https://repository.alt.ac.uk/629/>
- Mechling, L. C. et Moser, S. V. (2010). Video preference assessment of students with autism for watching self, adults, or peers. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 25(2), 76-84. <https://doi.org/10.1177/1088357610364392>

- Medina, E. G. L. et Hurtado, C. P. R. (2017). Kahoot! A Digital Tool for Learning Vocabulary in a language classroom. *Revista Publicando*, 4(12 (1)), 441-449. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/673>
- Meissonier, R., Houzé, E. et Benbya, H. (2006). Performance Factors of a « Full Distance Learning »: The Case of Undergraduate Students in Academic Exchange. *Communications of Association for Information Systems, Volume 18*, 239-258.
- Mener, M. L. L.-L. (2012). *La performance académique des étudiants en première année universitaire : influence des capacités cognitives et de la motivation* [phdthesis, Université de Bourgogne]. <https://theses.hal.science/tel-00780578>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W. et Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Mesibov, G. B., Shea, V. et Schopler, E. (2005). *The TEACCH Approach to Autism Spectrum Disorders*. Springer Science & Business Media.
- Michael, D. et Chen, S. (2006). *Serious games: games that educate, train and inform*. Thomson Course Technology.
- Mikropoulos, T. A. et Bellou, J. (2010). The Unique Features of Educational Virtual Environments. Dans *Teaching and Learning with Technology*. Routledge.
- Mikropoulos, T. A. et Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>
- Mimouni, A. (2022). Using Mobile gamified quizzing for active learning: the effect of reflective class feedback on undergraduates' achievement. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12003-12026. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11097-2>
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de. (2023a). *Les étudiants en situation de handicap dans l'enseignement supérieur - état de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en France n°17*. les étudiants en situation de handicap dans l'enseignement supérieur - état de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en France n°17. https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/ecsr/FR/T243/les_etudiants_en_situation_de_handicap_dans_l_enseignement_superieur/
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de. (2023b). *Parcours et réussite en licence : les résultats de la session 2022*. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/2023-11/nf-sics-2023-26-30231.pdf>
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de. (2023c, 21 décembre). *Les effectifs étudiants dans le supérieur en 2022-2023*. enseignementsup-recherche.gouv.fr. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/les-effectifs-etudiants-dans-le-superieur-en-2022-2023-94131>
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de. (2024). *Le niveau d'études de la population et des jeunes - état de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en France n°17*. le niveau d'études de la population et des jeunes - état de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en France n°17. https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/ecsr/FR/T666/le_niveau_d_etudes_de_la_population_et_des_jeunes/

- Ministère des Solidarités, de l'Autonomie et de l'Égalité entre les femmes et les hommes. (2024a). *Élèves autistes, DYS, TDAH, TDI : tout savoir sur la rentrée 2024 !* | handicap.gouv.fr. <https://handicap.gouv.fr/eleves-autistes-dys-tdah-tdi-tout-savoir-sur-la-rentree-2024>
- Ministère des Solidarités, de l'Autonomie et de l'Égalité entre les femmes et les hommes. (2024b). *La stratégie nationale autisme et troubles du neurodéveloppement (2018-2022)* | handicap.gouv.fr. <https://handicap.gouv.fr/la-strategie-nationale-autisme-et-troubles-du-neurodeveloppement-2018-2022>
- Modabbernia, A., Velthorst, E. et Reichenberg, A. (2017). Environmental risk factors for autism: an evidence-based review of systematic reviews and meta-analyses. *Molecular Autism*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s13229-017-0121-4>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. et Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Mood, T. A. (1995). Distance Education: An Annotated Bibliography. <https://doi.org/10.5860/choice.33-0040>
- Moore, J. (2011). Behaviorism. *The Psychological Record*, 61(3), 449-463. <https://doi.org/10.1007/BF03395771>
- Morelli, M., Chirumbolo, A., Baiocco, R. et Elena, C. (2021). *Academic failure: individual, organizational, and social factors*. <https://doi.org/10.5093/psed2021a8>
- Morélot, S., Garrigou, A., Dedieu, J. et N'Kaoua, B. (2021). Virtual reality for fire safety training: Influence of immersion and sense of presence on conceptual and procedural acquisition. *Computers & Education*, 166, 104145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104145>
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A. et Lester, J. C. (2001). The Case for Social Agency in Computer-Based Teaching: Do Students Learn More Deeply When They Interact With Animated Pedagogical Agents? *Cognition and Instruction*, 19(2), 177-213. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1902_02
- Moreno-Medina, I., Peñas-Garzón, M., Belver, C. et Bedia, J. (2023). Wooclap for improving student achievement and motivation in the Chemical Engineering Degree. *Education for Chemical Engineers*, 45, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.07.003>
- Morillas Barrio, C., Muñoz-Organero, M. et Sanchez Soriano, J. (2016). Can Gamification Improve the Benefits of Student Response Systems in Learning? An Experimental Study. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 4(3), 429-438. <https://doi.org/10.1109/TETC.2015.2497459>
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B. et Burack, J. (2006). Enhanced Perceptual Functioning in Autism: An Update, and Eight Principles of Autistic Perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 27-43. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0040-7>
- MSD. (2024). *Handicap intellectuel - Pédiatrie*. Édition professionnelle du Manuel MSD. <https://www.msmanuals.com/fr/professional/pediatrie/troubles-du-developpement-et-des-apprentissages/handicap-intellectuel>
- Muncer, G., Higham, P. A., Gosling, C. J., Cortese, S., Wood-Downie, H. et Hadwin, J. A. (2022). A Meta-Analysis Investigating the Association Between Metacognition and Math Performance in Adolescence. *Educational Psychology Review*, 34(1), 301-334. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09620-x>
- Myers, S. A., Horan, S. M., Kennedy-Lightsey, C. D., Madlock, P. E., Sidelinger, R. J., Byrnes, K., Frisby, B. et Mansson, D. H. (2009). The Relationship Between College Students' Self-Reports of Class Participation and

- Perceived Instructor Impressions. *Communication Research Reports*, 26(2), 123-133. <https://doi.org/10.1080/08824090902861580>
- Nacke, L. E. et Deterding, S. (2017). The maturing of gamification research. *Computers in Human Behavior*, 71, 450-454. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.062>
- Nagy, J. T. (2018). Evaluation of Online Video Usage and Learning Satisfaction: An Extension of the Technology Acceptance Model. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2886>
- Naismith, L. M. et Cavalcanti, R. B. (2015). Validity of Cognitive Load Measures in Simulation-Based Training: A Systematic Review. *Academic Medicine*, 90(11), S24. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000893>
- Nelson, C., Hartling, L., Campbell, S. et Oswald, A. E. (2012). The effects of audience response systems on learning outcomes in health professions education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 21. *Medical Teacher*, 34(6), e386-e405. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.680938>
- Ng, T. W. H., Eby, L. T., Sorensen, K. L. et Feldman, D. C. (2005). Predictors of Objective and Subjective Career Success: A Meta-Analysis. *Personnel Psychology*, 58(2), 367-408. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2005.00515.x>
- Niehaves, B. et Plattfaut, R. (2010). The Age-Divide in Private Internet Usage: A Quantitative Study of Technology Acceptance. *AMCIS 2010 Proceedings*. <https://aisel.aisnet.org/amcis2010/407>
- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F. et Turkheimer, E. (2012). Intelligence: New findings and theoretical developments. *American Psychologist*, 67(2), 130-159. <https://doi.org/10.1037/a0026699>
- Normann, N. et Morina, N. (2018). The Efficacy of Metacognitive Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02211>
- Nowak, K. L. et Biocca, F. (2003). The Effect of the Agency and Anthropomorphism on Users' Sense of Telepresence, Copresence, and Social Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 481-494. <https://doi.org/10.1162/105474603322761289>
- Nunn, C. E. (1996). Discussion in the College Classroom: Triangulating Observational and Survey Results. *The Journal of Higher Education*, world. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221546.1996.11780260>
- Oberhauser, R. et Lecon, C. (2019). TOWARDS GAMIFYING SOFTWARE STRUCTURE COMPREHENSION IN VIRTUAL REALITY, 56-62. Dans *Mechatronic Systems and Control 2019* (vol. 47). ACTA Press. <https://doi.org/10.2316/J.2019.201-2873>
- O'Brien, H. L. et Toms, E. G. (2010). The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1), 50-69. <https://doi.org/10.1002/asi.21229>
- Observatoire de la vie Étudiante. (2020). Tout savoir sur les déplacements entre le domicile et le lieu d'études. *OVE : Observatoire de la vie Étudiante*. <https://www.ove-national.education.fr/publication/transports-2020/>
- O'Connor, M. C. et Paunonen, S. V. (2007). Big Five personality predictors of post-secondary academic performance. *Personality and Individual Differences*, 43(5), 971-990. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.03.017>
- Ojiambo Onditi, E. et Wafula Wechul, T. (2017). Service Quality and Student Satisfaction in Higher Education Institutions: A Review of Literature. *Int J Sci Res Publ*, 7(7).

- Ok, M. W., Rao, K., Bryant, B. R. et McDougall, D. (2017). Universal Design for Learning in Pre-K to Grade 12 Classrooms: A Systematic Review of Research. *Exceptionality*, 25(2), 116-138. <https://doi.org/10.1080/09362835.2016.1196450>
- Oliver, R. L. (1989). Processing of the Satisfaction Response in Consumption: A Suggested Framework and research Propositions. *Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behavior*, 2, 1-16. <https://www.jcsdcb.com/index.php/JCSDCB/article/view/720>
- O'Neill, S. J. et Smyth, S. (2023). Using off-the-shelf solutions as assistive technology to support the self-management of academic tasks for autistic university students. *Assistive Technology*, 0(0), 1-15. <https://doi.org/10.1080/10400435.2023.2230480>
- Orellana, A., Kanzki-Veloso, E., Arguello, G. et Wojnas, K. (2024). Students' Experiences When Using Real-Time Automated Captions and Subtitles in Live Online Presentations: A Phenomenological Study. *The Qualitative Report*, 29(4), 986-1012. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2024.6346>
- Organisation Mondiale de la Santé. (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*.
- Pace, R., Pluye, P., Bartlett, G., Macaulay, A. C., Salsberg, J., Jagosh, J. et Seller, R. (2012). Testing the reliability and efficiency of the pilot mixed methods appraisal tool (mmat) for systematic mixed studies review. *International Journal of Nursing Studies*, 49(1), 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.07.002>
- Palmas, F., Labode, D., Plecher, D. A. et Klinker, G. (2019). Comparison of a Gamified and Non-Gamified Virtual Reality Training Assembly Task. Dans *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)* (p. 1-8). <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2019.8864583>
- Parker, J. D. A., Summerfeldt, L. J., Hogan, M. J. et Majeski, S. A. (2004). Emotional intelligence and academic success: examining the transition from high school to university. *Personality and Individual Differences*, 36(1), 163-172. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(03\)00076-X](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(03)00076-X)
- Parmar, D., Bertrand, J., Babu, S. V., Madathil, K., Zelaya, M., Wang, T., Wagner, J., Gramopadhye, A. K. et Frady, K. (2016). A comparative evaluation of viewing metaphors on psychophysical skills education in an interactive virtual environment. *Virtual Reality*, 20(3), 141-157. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0287-7>
- Parong, J. et Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 226-241. <https://doi.org/10.1111/jcal.12482>
- Paxton, M. (2000). A Linguistic Perspective on Multiple Choice Questioning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25(2), 109-119. <https://doi.org/10.1080/713611429>
- Pears, M., Yiasemidou, M., Ismail, M. A., Veneziano, D. et Biyani, C. S. (2020). Role of immersive technologies in healthcare education during the COVID-19 epidemic. *Scottish Medical Journal*, 65(4), 112-119. <https://doi.org/10.1177/0036933020956317>
- Pearson, J. C. et West, R. (1991). An initial investigation of the effects of gender on student questions in the classroom: Developing a descriptive base. *Communication Education*, 40(1), 22-32. <https://doi.org/10.1080/03634529109378823>
- Pechenkina, E., Laurence, D., Oates, G., Eldridge, D. et Hunter, D. (2017). Using a gamified mobile app to increase student engagement, retention and academic achievement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0069-7>

- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R., Goetz, T. et Perry, R. P. (2005). Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). User's manual. *Munich, Germany: Department of Psychology, University of Munich.*
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. et Perry, R. P. (2002). Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K. et Goetz, T. (2017). Achievement Emotions and Academic Performance: Longitudinal Models of Reciprocal Effects. *Child Development*, 88(5), 1653-1670. <https://doi.org/10.1111/cdev.12704>
- Pekrun, R. et Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic Emotions and Student Engagement. Dans S. L. Christenson, A. L. Reschly et C. Wylie (dir.), *Handbook of Research on Student Engagement* (p. 259-282). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_12
- Pekrun, R. et Stephens, E. J. (2010). Achievement Emotions: A Control-Value Approach. *Social and Personality Psychology Compass*, 4(4), 238-255. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2010.00259.x>
- Pellenq, C. et Mamelli, A. (2022). Défis et besoins des étudiants avec trouble du spectre de l'autisme à l'université. *L'orientation scolaire et professionnelle*, (51/2), 343. <https://doi.org/10.4000/osp.16170>
- Peng, C. Y. J., Lee, K. I. et Ingersoll, G. M. (2002). An introduction to logistic regression analysis and reporting. *The Journal of Educational Research*, 96(1), 3-14.
- Peng, P. et Kievit, R. A. (2020). The Development of Academic Achievement and Cognitive Abilities: A Bidirectional Perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15-20. <https://doi.org/10.1111/cdep.12352>
- Peper, R. J. et Mayer, R. E. (1986). Generative effects of note-taking during science lectures. *Journal of Educational Psychology*, 78(1), 34-38. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.1.34>
- Peralta, V. et Cuesta, M. J. (2011). Eugen Bleuler and the Schizophrenias: 100 Years After. *Schizophrenia Bulletin*, 37(6), 1118-1120. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbr126>
- Perelmutter, B., McGregor, K. K. et Gordon, K. R. (2017). Assistive technology interventions for adolescents and adults with learning disabilities: an evidence-based systematic review and meta-analysis. *Computers & Education*, 114, 139-163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.005>
- Peterson, C., Seligman, M. E. et Vaillant, G. E. (1988). Pessimistic explanatory style is a risk factor for physical illness: A thirty-five-year longitudinal study. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55(1), 23-27. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.55.1.23>
- Piaget, M. J. (1959). Genèse et Structure en Psychologie. Dans M. Gandillac, L. Goldmann et J. Piaget (dir.), *Entretiens sur les notions de genèse et de structure* (p. 37-62). De Gruyter Mouton. <https://doi.org/10.1515/9783111416977-003>
- Pickard, L., Rui, M. et Cortes Mendez, M. (2024, 29 avril). Massive List of MOOC Platforms Around the World in 2024. *The Report by Class Central*. <https://www.classcentral.com/report/mooc-platforms/>
- Pino, M. et Mortari, L. (2014). The inclusion of students with dyslexia in higher education: a systematic review using narrative synthesis. *Dyslexia*, 20(4), 346-369. <https://doi.org/10.1002/dys.1484>

- Pintrich, P. R. (1991). *A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. <https://eric.ed.gov/?id=ED338122>
- Pintrich, P. R. (2004). A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pintrich, P. R. et De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Pinzón-Cristancho, B., Calderón-Torres, H. A., Mejía-Moncayo, C. et Rojas, A. E. (2019). An Educational Strategy Based on Virtual Reality and QFD to Develop Soft Skills in Engineering Students. Dans J. C. Figueroa-García, M. Duarte-González, S. Jaramillo-Isaza, A. D. Orjuela-Cañon et Y. Díaz-Gutierrez (dir.), *Applied Computer Sciences in Engineering* (p. 89-100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31019-6_8
- Plaisant, O., Courtois, R., Réveillère, C., Mendelsohn, G. A. et John, O. P. (2010). Validation par analyse factorielle du Big Five Inventory français (BFI-Fr). Analyse convergente avec le NEO-PI-R. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 168(2), 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2009.09.003>
- Poellhuber, B., Fournier St-Laurent, S. et Roy, N. (2018). Using the TAM and Functional Analysis to Predict the Most Used Functions of an Active Learning Classroom (ALC). *Frontiers in ICT*, 5. <https://doi.org/10.3389/fict.2018.00008>
- Pohl, M. (1999). *Learning to Think Thinking to Learn: Models and Strategies to Develop a Classroom Culture of Thinking*. Hawker Brownlow Education.
- Poondej, C. et Lerdpornkulrat, T. (2016). The development of gamified learning activities to increase student engagement in learning. *Australian Educational Computing*, 31(2). <https://journal.acce.edu.au/index.php/AEC/article/view/110>
- Poropat, A. E. (2009). A meta-analysis of the five-factor model of personality and academic performance. *Psychological Bulletin*, 135(2), 322-338. <https://doi.org/10.1037/a0014996>
- Portelli, M., Bianco, S., Bezzina, T. et Abela, J. (2020). Virtual reality training compared with apprenticeship training in laparoscopic surgery: a meta-analysis. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 102(9), 672-684. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.0178>
- Posner, M. I. et Raichle, M. E. (1994). *Images of mind* (p. ix, 257). Scientific American Library/Scientific American Books.
- Postorino, V., Kerns, C. M., Vivanti, G., Bradshaw, J., Siracusano, M. et Mazzone, L. (2017). Anxiety Disorders and Obsessive-Compulsive Disorder in Individuals with Autism Spectrum Disorder. *Current Psychiatry Reports*, 19(12), 92. <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0846-y>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M. et Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Poupard, M., Larrue, F., Sauzéron, H. et Tricot, A. (2024). A systematic review of immersive technologies for education: Learning performance, cognitive load and intrinsic motivation. *British Journal of Educational Technology*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1111/bjct.13503>

- Qian, M. et Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Quigley, M., Bradley, A., Playfoot, D. et Harrad, R. (2022). Personality traits and stress perception as predictors of students' online engagement during the COVID-19 pandemic. *Personality and Individual Differences*, 194, 111645. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2022.111645>
- Raes, A., Detienne, L., Windey, I. et Depaepe, F. (2020a). A systematic literature review on synchronous hybrid learning: gaps identified. *Learning Environments Research*, 23(3), 269-290. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09303-z>
- Raes, A., Vanneste, P., Pieters, M., Windey, I., Van Den Noortgate, W. et Depaepe, F. (2020b). Learning and instruction in the hybrid virtual classroom: An investigation of students' engagement and the effect of quizzes. *Computers & Education*, 143, 103682. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103682>
- Rahmatpour, P., Sharif Nia, H. et Peyrovi, H. (2019). Evaluation of psychometric properties of scales measuring student academic satisfaction: A Systematic review. *Journal of Education and Health Promotion*, 8(1), 256. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_466_19
- Rahmi, A. et Hidayati, H. (2023a). Meta-Analysis: The Effect of Using a Virtual Laboratory to Improve Students' Understanding of Physics Concepts. *Journal of Innovative Physics Teaching*, 1(2), 113-120. <https://doi.org/10.24036/jipt/vol1-iss2/15>
- Rahmi, A. et Hidayati, H. (2023b). Meta-Analysis: The Effect of Using a Virtual Laboratory to Improve Students' Understanding of Physics Concepts. *Journal of Innovative Physics Teaching*, 1, 113-120. <https://doi.org/10.24036/jipt/vol1-iss2/15>
- Raiford, S. E. (2018). The Wechsler Intelligence Scale for Children—Fifth Edition Integrated. Dans *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*, 4th ed (p. 303-332). The Guilford Press.
- Rando, H., Huber, M. J. et Oswald, G. R. (2016). An Academic Coaching Model Intervention for College Students on the Autism Spectrum. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 29(3), 257-262. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1123790>
- Ravaud, J.-F. (1999). Modèle individuel, modèle médical, modèle social : La question du sujet. *Handicap*, 81, 64-75.
- Raymaker, D. M., Kapp, S. K., McDonald, K. E., Weiner, M., Ashkenazy, E. et Nicolaidis, C. (2019). Development of the aaspire web accessibility guidelines for autistic web users. *Autism in Adulthood*, 1(2), 146-157. <https://doi.org/10.1089/aut.2018.0020>
- Reed, D. K., Hallett, A. et Rimel, H. (2016). Note-taking instruction for college students with autism spectrum disorder. *Exceptionality*, 24(4), 195-212. <https://doi.org/10.1080/09362835.2015.1107833>
- Référentiel général d'amélioration de l'accessibilité - RGAA. (2024). *Référentiel général d'amélioration de l'accessibilité - RGAA*. <https://accessibilite.numerique.gouv.fr/>
- Rezaei, A. R. (2015). Frequent collaborative quiz taking and conceptual learning. *Active Learning in Higher Education*, 16(3), 187-196. <https://doi.org/10.1177/1469787415589627>
- Ribeiro, L., Silva, T. et Mussi, A. (2018). *Gamification: a methodology to motivate engagement and participation in a higher education environment*.
- Richardson, J. T. E. (2017). Academic attainment in students with autism spectrum disorders in distance education. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 32(1), 81-91. <https://doi.org/10.1080/02680513.2016.1272446>

- Richardson, M., Abraham, C. et Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: a systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 138(2), 353-387. <https://doi.org/10.1037/a0026838>
- Ricquebourg, M., Bernède-Bauduin, C., Mété, D., Dafreville, C., Stojcic, I., Vauthier, M. et Galland, M.-C. (2013). Internet et jeux vidéo chez les étudiants de La Réunion en 2010 : usages, mésusages, perceptions et facteurs associés. *Epidemiology and Public Health = Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 61(6), 503. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2013.07.685>
- Rikoon, S. H., Brenneman, M., Kim, L. E., Khorramdel, L., MacCann, C., Burrus, J. et Roberts, R. D. (2016). Facets of conscientiousness and their differential relationships with cognitive ability factors. *Journal of Research in Personality*, 61, 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2016.01.002>
- Riley, J. D. et Dyer, J. (1979). The effects of notetaking while reading or listening. *Reading World*, 19(1), 51-56. <https://doi.org/10.1080/19388077909557514>
- Ring, M., Gaigg, S. B., de Condappa, O., Wiener, J. M. et Bowler, D. M. (2018). Spatial navigation from same and different directions: The role of executive functions, memory and attention in adults with autism spectrum disorder. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 11(5), 798-810. <https://doi.org/10.1002/aur.1924>
- Ristor, R., Morélot, S., Garrigou, A. et N' Kaoua, B. (2023). Virtual reality for fire safety training: study of factors involved in immersive learning. *Virtual Reality*, 27(3), 2237-2254. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00743-2>
- Ritzhaupt, A. D., Huang, R., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J. et Li, J. (2021). A meta-analysis on the influence of gamification in formal educational settings on affective and behavioral outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2493-2522. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10036-1>
- Rocca, K. A. (2010). Student Participation in the College Classroom: An Extended Multidisciplinary Literature Review. *Communication Education*, 59(2), 185-213. <https://doi.org/10.1080/03634520903505936>
- Roediger, H. L. et Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.003>
- Roediger, H. L. et Karpicke, J. D. (2006). Test-Enhanced Learning: Taking Memory Tests Improves Long-Term Retention. *Psychological Science*, 17(3), 249-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Rohde, T. E. et Thompson, L. A. (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35(1), 83-92. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.05.004>
- Romero, C. et Ventura, S. (2010). Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601-618. <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532>
- Roosta, F., Taghiyareh, F. et Mosharraf, M. (2016). Personalization of gamification-elements in an e-learning environment based on learners' motivation. Dans *2016 8th International Symposium on Telecommunications (IST)* (p. 637-642). <https://doi.org/10.1109/ISTEL.2016.7881899>
- Rosen, N. E., Lord, C. et Volkmar, F. R. (2021). The Diagnosis of Autism: From Kanner to DSM-III to DSM-5 and Beyond. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(12), 4253-4270. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04904-1>
- Rosenberg, E. L. (1998). Levels of Analysis and the Organization of Affect. *Review of General Psychology*, 2(3), 247-270. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.247>

- Ross, D., Loeffler, K., Schipper, S., Vandermeer, B. et Allan, G. M. (2013). Do Scores on Three Commonly Used Measures of Critical Thinking Correlate With Academic Success of Health Professions Trainees? A Systematic Review and Meta-analysis. *Academic Medicine*, 88(5), 724. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e31828b0823>
- Rothstein, M. G., Paunonen, S. V., Rush, J. C. et King, G. A. (1994). Personality and cognitive ability predictors of performance in graduate business school. *Journal of Educational Psychology*, 86(4), 516-530. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.4.516>
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, 80(1), 1-28. <https://doi.org/10.1037/h0092976>
- Rouse, K. E. (2013). *Gamification in Science Education: The Relationship of Educational Games to Motivation and Achievement* [ProQuest LLC]. ProQuest LLC.
- Roy, N., Karsenti, T., Poellhuber, B. et Parent, S. (2020). The Impact of COVID-19 on Higher Education and Educational Technology – Part 2. Learning During the Pandemic: The Student Experience and new Ways of Teaching. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 17(3), 4-6. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2020-v17n3-02>
- Rutter, M. (1979). Maternal Deprivation, 1972-1978: New Findings, New Concepts, New Approaches. *Child Development*, 50(2), 283-305. <https://doi.org/10.2307/1129404>
- Ryan, R. M. et Connell, J. P. (1989). Perceived locus of causality and internalization: Examining reasons for acting in two domains. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(5), 749-761. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.5.749>
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. Guilford Publications.
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2019). Chapter Four - Brick by Brick: The Origins, Development, and Future of Self-Determination Theory. Dans A. J. Elliot (dir.), *Advances in Motivation Science* (vol. 6, p. 111-156). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.adms.2019.01.001>
- Sacrestano, K. (2022). Autism spectrum disorder: community college faculty awareness, practices, and professional development. *Theses and Dissertations*. https://scholar.stjohns.edu/theses_dissertations/394
- Sahakian, B. J., MORRIS, R. G., EVENDEN, J. L., HEALD, A., LEVY, R., PHILPOT, M. et ROBBINS, T. W. (1988). A COMPARATIVE STUDY OF VISUOSPATIAL MEMORY AND LEARNING IN ALZHEIMER-TYPE DEMENTIA AND PARKINSON'S DISEASE. *Brain*, 111(3), 695-718. <https://doi.org/10.1093/brain/111.3.695>
- Sailer, M. et Homner, L. (2020). The Gamification of Learning: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77-112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Sanchez, D. R., Langer, M. et Kaur, R. (2020). Gamification in the classroom: Examining the impact of gamified quizzes on student learning. *Computers & Education*, 144, 103666. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103666>
- Sanders, S. J., He, X., Willsey, A. J., Ercan-Sencicek, A. G., Samocha, K. E., Cicek, A. E., Murtha, M. T., Bal, V. H., Bishop, S. L., Dong, S., Goldberg, A. P., Jinlu, C., Keaney, J. F., Klei, L., Mandell, J. D., Moreno-De-Luca, D., Poultney, C. S., Robinson, E. B., Smith, L., ... State, M. W. (2015a). Insights into Autism Spectrum Disorder

- Genomic Architecture and Biology from 71 Risk Loci. *Neuron*, 87(6), 1215-1233. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.016>
- Sanders, S. J., He, X., Willsey, A. J., Ercan-Sencicek, A. G., Samocha, K. E., Cicek, A. E., Murtha, M. T., Bal, V. H., Bishop, S. L., Dong, S., Goldberg, A. P., Jinlu, C., Keaney, J. F., Klei, L., Mandell, J. D., Moreno-De-Luca, D., Poultney, C. S., Robinson, E. B., Smith, L., ... State, M. W. (2015b). Insights into Autism Spectrum Disorder Genomic Architecture and Biology from 71 Risk Loci. *Neuron*, 87(6), 1215-1233. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.016>
- Sankar, C. S., Ford, F. N. et Terase, N. (1998). Impact of Videoconferencing in Teaching an Introductory MIS Course. *Journal of Educational Technology Systems*, 26(1), 67-85. <https://www.learntechlib.org/p/83017/>
- Santos, M. L. et Prudente, M. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2).
- Sarrett, J. C. (2018). Autism and accommodations in higher education: insights from the autism community. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48(3), 679-693. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3353-4>
- Šašinka, Č., Stachoň, Z., Sedlák, M., Chmelík, J., Herman, L., Kubíček, P., Šašinková, A., Doležal, M., Tejkl, H., Urbánek, T., Svatoňová, H., Ugwitz, P. et Juřík, V. (2019). Collaborative Immersive Virtual Environments for Education in Geography. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(1), 3. <https://doi.org/10.3390/ijgi8010003>
- Satterfield, D., Lepage, C. et Ladjahasan, N. (2015). Preferences for online course delivery methods in higher education for students with autism spectrum disorders. *Procedia Manufacturing*, 3, 3651-3656. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.758>
- Satterstrom, F. K., Kosmicki, J. A., Wang, J., Breen, M. S., Rubeis, S. D., An, J.-Y., Peng, M., Collins, R., Grove, J., Klei, L., Stevens, C., Reichert, J., Mulhern, M. S., Artomov, M., Gerges, S., Sheppard, B., Xu, X., Bhaduri, A., Norman, U., ... Buxbaum, J. D. (2020). Large-Scale Exome Sequencing Study Implicates Both Developmental and Functional Changes in the Neurobiology of Autism. *Cell*, 180(3), 568-584.e23. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.12.036>
- Saucier, G. (1994). Mini-Markers: A Brief Version of Goldberg's Unipolar Big-Five Markers. *Journal of Personality Assessment*, 63(3), 506-516. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6303_8
- Sawyer, B. et Rejeski, D. (2002). *Serious Games: Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation*. (vol. Woodrow Wilson International Center for Scholars).
- Scherer, K. R. (2000). Emotions as episodes of subsystems synchronization driven by nonlinear appraisal processes. Dans *Emotion, development, and self-organization: Dynamic systems approaches to emotional development* (p. 70-99). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511527883.005>
- Schindler, V., Cajiga, A., Aaronson, R. et Salas, L. (2015). The Experience of Transition to College for Students Diagnosed with Asperger's Disorder. *The Open Journal of Occupational Therapy*, 3(1). <https://doi.org/10.15453/2168-6408.1129>
- Schmidt, R. J., Tancredi, D. J., Ozonoff, S., Hansen, R. L., Hartiala, J., Allayee, H., Schmidt, L. C., Tassone, F. et Hertz-Picciotto, I. (2012). Maternal periconceptional folic acid intake and risk of autism spectrum disorders and developmental delay in the CHARGE (CHildhood Autism Risks from Genetics and Environment) case-control study123. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(1), 80-89. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.004416>

- Schroeder, B. L., Bailey, S. K. T., Johnson, C. I. et Gonzalez-Holland, E. (2017). Presence and Usability Do Not Directly Predict Procedural Recall in Virtual Reality Training. Dans C. Stephanidis (dir.), *HCI International 2017 – Posters' Extended Abstracts* (p. 54-61). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58753-0_9
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J. et Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30(2), 431-455. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9>
- Schwieren, J., Barenberg, J. et Dutke, S. (2017). The Testing Effect in the Psychology Classroom: A Meta-Analytic Perspective. *Psychology Learning & Teaching*, 16(2), 179-196. <https://doi.org/10.1177/1475725717695149>
- Seaborn, K. et Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>
- Serret, S., Hun, S., Iakimova, G., Lozada, J., Anastassova, M., Santos, A., Vesperini, S. et Askenazy, F. (2014). Facing the challenge of teaching emotions to individuals with low- and high-functioning autism using a new Serious game: a pilot study. *Molecular Autism*, 5(1), 37. <https://doi.org/10.1186/2040-2392-5-37>
- Shachar, M. et Neumann, Y. (2003). Differences Between Traditional and Distance Education Academic Performances: A Meta-Analytic Approach. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 4(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v4i2.153>
- Shell, D. F. et Husman, J. (2001). The Multivariate Dimensionality of Personal Control and Future Time Perspective Beliefs in Achievement and Self-Regulation. *Contemporary Educational Psychology*, 26(4), 481-506. <https://doi.org/10.1006/ceps.2000.1073>
- Shi, Y. et Qu, S. (2021). Cognition and Academic Performance: Mediating Role of Personality Characteristics and Psychology Health. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.774548>
- Shibl, R., Lawley, M. et Debus, J. (2013). Factors influencing decision support system acceptance. *Decision Support Systems*, 54(2), 953-961. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.09.018>
- Shim, K.-C., Park, J.-S., Kim, H.-S., Kim, J.-H., Park, Y.-C. et Ryu, H.-I. (2003). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37(2), 71-74. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655854>
- Shorey, S., Ang, E., Ng, E. D., Yap, J., Lau, L. S. T. et Chui, C. K. (2020). Communication skills training using virtual reality: A descriptive qualitative study. *Nurse Education Today*, 94, 104592. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104592>
- Shrout, P. E. et Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7(4), 422-445. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.4.422>
- Siala, H., Kutsch, E. et Jagger, S. (2020). Cultural influences moderating learners' adoption of serious 3D games for managerial learning. *Information Technology & People*, 33(2), 424-455. <https://doi.org/10.1108/ITP-08-2018-0385>
- Sibulkin, A. E. et Butler, J. S. (2005). Differences in Graduation Rates Between Young Black and White College Students: Effect of Entry into Parenthood and Historically Black Universities. *Research in Higher Education*, 46(3), 327-348. <https://doi.org/10.1007/s11162-004-1643-0>

- Siegel, D., Acharya, P. et Sivo, S. (2017). Extending the Technology Acceptance Model to Improve Usage & Decrease Resistance toward a New Technology by Faculty in Higher Education. *The Journal of Technology Studies*, 43(2), 58-69. <https://www.jstor.org/stable/90023142>
- Siemens, G., Gašević, D. et Dawson, S. (2015). *Preparing for the Digital University: A Review of the History and Current State of Distance, Blended and Online Learning*. <https://research.monash.edu/en/publications/preparing-for-the-digital-university-a-review-of-the-history-and->
- Siew, C. T., Mazzucchelli, T. G., Rooney, R. et Girdler, S. (2017). A specialist peer mentoring program for university students on the autism spectrum: A pilot study. *PLOS ONE*, 12(7), e0180854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180854>
- Simon, I. et Hines, K. (2017). Accommodating students with autism spectrum disorder in communication centers: the development of video modeling techniques. *Communication Center Journal*, 3(1), 104-111. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1308243>
- Simpson, O. (2003). *Student Retention in Online, Open and Distance Learning*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203416563>
- Singh, G. et Hardaker, G. (2014). Barriers and enablers to adoption and diffusion of eLearning. *Education + Training*, 56(2/3), 105-121. <https://doi.org/10.1108/ET-11-2012-0123>
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior* (p. x, 461). Macmillan.
- Slater, M. et Usoh, M. (1993). Representations Systems, Perceptual Position, and Presence in Immersive Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 2(3), 221-233. <https://doi.org/10.1162/pres.1993.2.3.221>
- Slater, M., Usoh, M. et Steed, A. (1994). Depth of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3(2), 130-144. <https://doi.org/10.1162/pres.1994.3.2.130>
- Smith, J., Nguyen, M., Allison, N., Carr, B., Wood, K., Uribe-Quevedo, A., Perera, S., Tokuhiko, A. et Waller, E. (2022). Seeing the Invisible: A VR Approach to Radiation Attenuation Visualization for Nuclear Engineering Laboratory Practices. *IEEE Transactions on Games*, 14(3), 502-510. <https://doi.org/10.1109/TG.2021.3110717>
- Soh, K. C. (2010). Grade point average: what's wrong and what's the alternative? *Journal of Higher Education Policy and Management*, 33(1), 27-36. <https://doi.org/10.1080/1360080X.2011.537009>
- Spearman, C. (1904). « General intelligence, » objectively determined and measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201-293. <https://doi.org/10.2307/1412107>
- Sprenger, D. A. et Schwaninger, A. (2021). Technology acceptance of four digital learning technologies (classroom response system, classroom chat, e-lectures, and mobile virtual reality) after three months' usage. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00243-4>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Stupnisky, R. H., Renaud, R. D., Daniels, L. M., Haynes, T. L. et Perry, R. P. (2008). The Interrelation of First-Year College Students' Critical Thinking Disposition, Perceived Academic Control, and Academic Achievement. *Research in Higher Education*, 49(6), 513-530. <https://doi.org/10.1007/s11162-008-9093-8>

- Sturm, D., Kholodovsky, M., Arab, R., Smith, D. S., Asanov, P. et Gillespie-Lynch, K. (2019). Participatory design of a hybrid kinect game to promote collaboration between autistic players and their peers. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(8), 706-723. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1550180>
- Su, C. H. et Su, P. Y. (2015). Study on 3D Meaningful Mobile Gamification Learning Outcome Assessment – An Example of Blood Circulation Lesson. *Applied Mechanics and Materials*, 764-765, 1395-1399. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.764-765.1395>
- Sumner, J. (2000). Serving the System: A critical history of distance education. *Open Learning*, 15. <https://doi.org/10.1080/713688409>
- Sun, H.-L., Sun, T., Sha, F.-Y., Gu, X.-Y., Hou, X.-R., Zhu, F.-Y. et Fang, P.-T. (2022). The Influence of Teacher-Student Interaction on the Effects of Online Learning: Based on a Serial Mediating Model. *Frontiers in Psychology*, 13, 779217. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.779217>
- Sun, J. C.-Y. et Hsieh, P.-H. (2018). Application of a Gamified Interactive Response System to Enhance the Intrinsic and Extrinsic Motivation, Student Engagement, and Attention of English Learners. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(3), 104-116. <https://www.jstor.org/stable/26458511>
- Sun, J. C.-Y. et Rueda, R. (2012). Situational interest, computer self-efficacy and self-regulation: Their impact on student engagement in distance education. *British Journal of Educational Technology*, 43(2), 191-204. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01157.x>
- Sun, Y., Bhattacharjee, A. et Ma, Q. (2009). Extending technology usage to work settings: The role of perceived work compatibility in ERP implementation. *Information & Management*, 46(6), 351-356. <https://doi.org/10.1016/j.im.2009.06.003>
- Sutin, A. R., Stephan, Y., Luchetti, M., Aschwanden, D., Sesker, A. A., O'Súilleabháin, P. S. et Terracciano, A. (2021). Self-reported and mother-rated personality traits at age 16 are associated with cognitive function measured concurrently and 30 years later. *Psychological Medicine*, 1-11. <https://doi.org/10.1017/S0033291721000672>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J., Ayres, P. et Kalyuga, S. (2011). Measuring Cognitive Load. Dans J. Sweller, P. Ayres et S. Kalyuga (dir.), *Cognitive Load Theory* (p. 71-85). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_6
- Sweller, J. et Cooper, G. A. (1985). The Use of Worked Examples as a Substitute for Problem Solving in Learning Algebra. *Cognition and Instruction*, 2(1), 59-89. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0201_3
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. et Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Taherian Kalati, A. et Kim, M. S. (2022). What is the effect of touchscreen technology on young children's learning?: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6893-6911. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10816-5>
- Tai, T.-Y. et Chen, H. H.-J. (2021). The Impact of Immersive Virtual Reality on EFL Learners' Listening Comprehension. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1272-1293. <https://doi.org/10.1177/0735633121994291>

- Talan, T. (2020). The Effect of Mobile Learning on Learning Performance: A Meta-Analysis Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 20(1), 79-103. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1241462>
- Tan, M. et Hew, K. F. (2016). Incorporating meaningful gamification in a blended learning research methods class: Examining student learning, engagement, and affective outcomes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(5). <https://doi.org/10.14742/ajet.2232>
- Taylor, J. C. (2001). Fifth generation distance education. *Instructional Science and Technology*, 4(1), 1-14. <http://www.usq.edu.au/e-jist/>
- Thomas, J. et Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(1), 45. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- Tiefenbacher, F. (2020). Evaluation of Gamification Elements in a VR Application for Higher Education. Dans M. Yilmaz, J. Niemann, P. Clarke et R. Messnarz (dir.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (p. 830-847). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56441-4_63
- Tipton, L. A. et Blacher, J. (2014). Brief Report: Autism Awareness: Views from a Campus Community. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(2), 477-483. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1893-9>
- Tlili, A., Salha, S., Garzón, J., Denden, M., Kinshuk, Affouneh, S. et Burgos, D. (2024). Which pedagogical approaches are more effective in mobile learning? A meta-analysis and research synthesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(3), 1321-1346. <https://doi.org/10.1111/jcal.12950>
- Tomlinson, J., Shaw, T., Munro, A., Johnson, R., Madden, D. L., Phillips, R. et McGregor, D. (2013). How does tele-learning compare with other forms of education delivery? A systematic review of tele-learning educational outcomes for health professionals. *New South Wales Public Health Bulletin*, 24(2), 70-75. <https://doi.org/10.1071/NB12076>
- Tonkovic, M. et Vranić, A. (2011). Self-evaluation of memory systems: Development of the questionnaire. *Aging & mental health*, 15, 830-7. <https://doi.org/10.1080/13607863.2011.569483>
- Trapmann, S., Hell, B., Hirn, J.-O. W. et Schuler, H. (2007). Meta-Analysis of the Relationship Between the Big Five and Academic Success at University. *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology*, 215(2), 132-151. <https://doi.org/10.1027/0044-3409.215.2.132>
- Tricot, A. (2017). La connaissance et la solution. *Éducation & didactique*, 11(2), 57-61. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2725>
- Tricot, A. (2021). Le numérique permet-il des apprentissages scolaires moins contraints ? Une revue de la littérature. *Éducation et Sociétés*, 45(1), 37-56. <https://doi.org/10.3917/es.045.0037>
- Tricot, A. et Sweller, J. (2014). Domain-Specific Knowledge and Why Teaching Generic Skills Does Not Work. *Educational Psychology Review*, 26(2), 265-283. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9243-1>
- Triejunita, C. N., Putri, A. et Rosmansyah, Y. (2021). A Systematic Literature Review on Virtual Laboratory for Learning. Dans *2021 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE)* (p. 1-6). <https://doi.org/10.1109/ICoDSE53690.2021.9648451>
- Turkington, C. et Anan, R. (2007). *The Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*. Infobase Publishing.
- Turnbull, D., Chugh, R. et Luck, J. (2020). Learning Management Systems, An Overview. Dans A. Tatnall (dir.), *Encyclopedia of Education and Information Technologies* (p. 1052-1058). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10576-1_248

- Turner, M. et Engle, R. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28(2), 127-154. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90040-5)
- Tze, V. M. C., Daniels, L. M. et Klassen, R. M. (2016). Evaluating the Relationship Between Boredom and Academic Outcomes: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 28(1), 119-144. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9301-y>
- United Nations. (2020). *UNSDG | Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond*. <https://unsdg.un.org/resources/policy-brief-education-during-covid-19-and-beyond>.
<https://unsdg.un.org/resources/policy-brief-education-during-covid-19-and-beyond>
- Vagg, T. (2018). *Virtual reality, gamification, and mobile multimedia for cystic fibrosis education and management*. <https://hdl.handle.net/10468/6278>
- Vallerand, R. J., Blais, M. R., Brière, N. M. et Pelletier, L. G. (1989). Construction et validation de l'échelle de motivation en éducation (EME). [Construction and validation of the Motivation toward Education Scale.]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, 21(3), 323-349. <https://doi.org/10.1037/h0079855>
- Valverde-Berrocoso, J., Garrido-Arroyo, M. del C., Burgos-Videla, C. et Morales-Cevallos, M. B. (2020). Trends in Educational Research about e-Learning: A Systematic Literature Review (2009–2018). *Sustainability*, 12(12), 5153. <https://doi.org/10.3390/su12125153>
- Van Gerven, P. W. M., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G. et Schmidt, H. G. (2004). Memory load and the cognitive pupillary response in aging. *Psychophysiology*, 41(2), 167-174. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2003.00148.x>
- van 't Hof, M., Tisseur, C., van Berckeleer-Onnes, I., van Nieuwenhuyzen, A., Daniels, A. M., Deen, M., Hoek, H. W. et Ester, W. A. (2021). Age at autism spectrum disorder diagnosis: A systematic review and meta-analysis from 2012 to 2019. *Autism*, 25(4), 862-873. <https://doi.org/10.1177/1362361320971107>
- Vanduhe, V. Z., Nat, M. et Hasan, H. F. (2020). Continuance Intentions to Use Gamification for Training in Higher Education: Integrating the Technology Acceptance Model (TAM), Social Motivation, and Task Technology Fit (TTF). *IEEE Access*, 8, 21473-21484. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2966179>
- van Rooij, E., Brouwer, J., Fokkens-Bruinsma, M., Jansen, E., Donche, V. et Noyens, D. (2018). A systematic review of factors related to first-year students' success in Dutch and Flemish higher education. *Pedagogische Studiën*, 94(5), 360-404.
- van Steensel, F. J. A., Bögels, S. M. et Perrin, S. (2011). Anxiety Disorders in Children and Adolescents with Autistic Spectrum Disorders: A Meta-Analysis. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 14(3), 302-317. <https://doi.org/10.1007/s10567-011-0097-0>
- Vedel, A. (2014). The Big Five and tertiary academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Personality and Individual Differences*, 71, 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.07.011>
- Vedel, A. et Poropat, A. (2017). Personality and Academic Performance. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8_989-1
- Veluvali, P. et Suriseti, J. (2022). Learning Management System for Greater Learner Engagement in Higher Education—A Review. *Higher Education for the Future*, 9(1), 107-121. <https://doi.org/10.1177/23476311211049855>

- Venkatesh, V. et Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V. et Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. et Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., Thong, J. et Xu, X. (2016). Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Synthesis and the Road Ahead. *Journal of the Association for Information Systems*, 17(5). <https://doi.org/10.17705/1jais.00428>
- Verbitskaya, L. A., Zinchenko, Y. P., Malykh, S. B., Gaidamashko, I. V., Kalmyk, O. A. et Tikhomirova, T. N. (2020). Cognitive predictors of success in learning Russian among native speakers of high school age in different educational systems. *Psychology in Russia: State of the Art*, 13(2), 2-15. <https://doi.org/10.11621/pir.2020.0201>
- Verkuyl, M., Romaniuk, D., Atack, L. et Mastrilli, P. (2017). Virtual Gaming Simulation for Nursing Education: An Experiment. *Clinical Simulation in Nursing*, 13(5), 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2017.02.004>
- Vlachopoulos, D. et Makri, A. (2017). The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1>
- Vladoiu, M. et Constantinescu, Z. (2020). Learning During COVID-19 Pandemic: Online Education Community, Based on Discord. Dans *2020 19th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet)* (p. 1-6). <https://doi.org/10.1109/RoEduNet51892.2020.9324863>
- Vogel-Walcutt, J. J., Fiorella, L., Carper, T. et Schatz, S. (2012). The Definition, Assessment, and Mitigation of State Boredom Within Educational Settings: A Comprehensive Review. *Educational Psychology Review*, 24(1), 89-111. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9182-7>
- Voscaroudis, A. (2010). W. James, «L'attention». *Alter. Revue de phénoménologie*, (18), 229-253. <https://doi.org/10.4000/alter.1713>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Walker, C. O., Greene, B. A. et Mansell, R. A. (2006). Identification with academics, intrinsic/extrinsic motivation, and self-efficacy as predictors of cognitive engagement. *Learning and Individual Differences*, 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.06.004>
- Wang, A. I. (2019). Jumble vs. Quiz - Evaluation of Two Different Types of Games in Kahoot! 775-783. <https://doi.org/10.34190/GBL.19.035>
- Wang, A. I. et Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education*, 149, 103818. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>
- Wang, A. I., Zhu, M. et Sætre, R. (2016). *The Effect of Digitizing and Gamifying Quizzing in Classrooms*. Academic Conferences and Publishing International. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2426374>
- Wang, L.-C. C. et Morgan, W. R. (2008). Student Perceptions of Using Instant Messaging Software to Facilitate Synchronous Online Class Interaction in a Graduate Teacher Education Course. *Journal of Computing in Teacher Education*, 25(1), 15-21. <https://eric.ed.gov/?id=EJ834090>

- Wang, P. et Spillane, A. (2009). Evidence-based social skills interventions for children with autism: a meta-analysis. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 44(3), 318-342. <https://www.jstor.org/stable/24233478>
- Watson-Huggins, J. (2018). *An Experimental Study on the Effects of a Gamified Software Intervention in Mathematics Achievement among Sixth Grade Students* [ProQuest LLC]. ProQuest LLC.
- Weaver, R. R. et Qi, J. (2005). Classroom Organization and Participation: College Students' Perceptions. *The Journal of Higher Education*, world. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221546.2005.11772299>
- Webb, E. (1915). Character and Intelligence. *British Journal of Psychology*, 1(3), 99-99.
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale--Fourth Edition*. <https://doi.org/10.1037/t15169-000>
- Wei, X., Saab, N. et Admiraal, W. (2021). Assessment of cognitive, behavioral, and affective learning outcomes in massive open online courses: A systematic literature review. *Computers & Education*, 163, 104097. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104097>
- Weiser, O., Blau, I. et Eshet-Alkalai, Y. (2018). How do medium naturalness, teaching-learning interactions and Students' personality traits affect participation in synchronous E-learning? *The Internet and Higher Education*, 37, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.01.001>
- Welsh, J. B. (2007). *Identifying factors that predict student success in a community college online distance learning course* [phd, University of North Texas].
- Whelan, R. R. (2007). Neuroimaging of cognitive load in instructional multimedia. *Educational Research Review*, 2(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.11.001>
- White, S. W., Richey, J. A., Gracanin, D., Coffman, M., Elias, R., LaConte, S. et Ollendick, T. H. (2016). Psychosocial and computer-assisted intervention for college students with autism spectrum disorder: preliminary support for feasibility. *Education and training in autism and developmental disabilities*, 51(3), 307-317. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5241080/>
- Wichadee, S. et Pattanapichet, F. (2018). Enhancement of Performance and Motivation through Application of Digital Games in an English Language Class. *Teaching English with Technology*, 18(1), 77-92. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1170635>
- Wilkinson, P. (2016). A Brief History of Serious Games. Dans R. Dörner, S. Göbel, M. Kickmeier-Rust, M. Masuch et K. Zweig (dir.), *Entertainment Computing and Serious Games: International GI-Dagstuhl Seminar 15283, Dagstuhl Castle, Germany, July 5-10, 2015, Revised Selected Papers* (p. 17-41). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_2
- Williams, D. (1990). Is the Post-Secondary Classroom a Chilly One for Women? A Review of the Literature. *Canadian Journal of Higher Education*, 20(3), 29-42. <https://eric.ed.gov/?id=EJ425902>
- Williams, P. (2005). On-Demand Tutoring in Distance Education: Intrinsically-motivated, Scalable Interpersonal Interaction to Improve Achievement, Completion, and Satisfaction. *Theses and Dissertations*. <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/729>
- Williams, R. L. (1971). Relationship of Class Participation to Personality, Ability, and Achievement Variables. *The Journal of Social Psychology*, world. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00224545.1971.9922462>
- Williams, S. L. (2006). The Effectiveness of Distance Education in Allied Health Science Programs: A Meta-Analysis of Outcomes. *American Journal of Distance Education*, 20(3), 127-141. https://doi.org/10.1207/s15389286ajde2003_2

- Wing, L. (1981). Asperger's syndrome: a clinical account. *Psychological Medicine*, 11(1), 115-129. <https://doi.org/10.1017/S0033291700053332>
- Witmer, B. G. et Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Wood, P. H. N. (1980). The language of disablement: A glossary relating to disease and its consequences. *International Rehabilitation Medicine*, 2(2), 86-92. <https://doi.org/10.3109/09638288009163963>
- Woon, A. P. N., Mok, W. Q., Chieng, Y. J. S., Zhang, H. M., Ramos, P., Mustadi, H. B. et Lau, Y. (2021). Effectiveness of virtual reality training in improving knowledge among nursing students: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Nurse Education Today*, 98, 104655. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104655>
- Workman, J. et Stenard, R. (1996). STUDENT SUPPORT SERVICES FOR DISTANCE LEARNERS. *DEOSNEWS*, Vol. 6 No. 3.
- World Wide Web Consortium. (2024). W3C. W3C. <https://www.w3.org/>
- Wright, R. E., McMahon, D. D., Cihak, D. F. et Hirschfelder, K. (2022). Smartwatch executive function supports for students with id and asd. *Journal of Special Education Technology*, 37(1), 63-73. <https://doi.org/10.1177/0162643420950027>
- Wrzesien, M. et Alcañiz Raya, M. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Computers & Education*, 55(1), 178-187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.01.003>
- Xi, N. et Hamari, J. (2019). Does gamification satisfy needs? A study on the relationship between gamification features and intrinsic need satisfaction. *International Journal of Information Management*, 46, 210-221. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.002>
- Xie, H., Peng, J., Qin, M., Huang, X., Tian, F. et Zhou, Z. (2018). Can Touchscreen Devices be Used to Facilitate Young Children's Learning? A Meta-Analysis of Touchscreen Learning Effect. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02580>
- Xie, H., Wang, F., Hao, Y., Chen, J., An, J., Wang, Y. et Liu, H. (2017). The more total cognitive load is reduced by cues, the better retention and transfer of multimedia learning: A meta-analysis and two meta-regression analyses. *PLOS ONE*, 12(8), e0183884. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183884>
- Xu, F. et Li, C. H. (2015). *The influence of junior middle school students' cognitive ability on academic achievement*. <https://doi.org/10.16719j.cnki.1671-6981>
- Yakaboski, T. (2010). Going At It Alone: Single-Mother Undergraduate's Experiences. *Journal of Student Affairs Research and Practice*, 47(4), 463-481. <https://doi.org/10.2202/1949-6605.6185>
- Yamagata-Lynch, L. C., Do, J., Skutnik, A. L., Thompson, D. J., Stephens, A. F. et Tays, C. A. (2015). Design lessons about participatory self-directed online learning in a graduate-level instructional technology course. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 30(2), 178-189. <https://doi.org/10.1080/02680513.2015.1071244>
- Yang, C., Luo, L., Vadillo, M. A., Yu, R. et Shanks, D. R. (2021). Testing (quizzing) boosts classroom learning: a systematic and meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 147(4), 399-435. <https://doi.org/10.1037/bul0000309>

- Yang, C. et Shanks, D. R. (2018). The forward testing effect: Interim testing enhances inductive learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 44(3), 485-492. <https://doi.org/10.1037/xlm0000449>
- Yıldırım, İ. et Şen, S. (2021). The effects of gamification on students' academic achievement: a meta-analysis study. *Interactive Learning Environments*, 29(8), 1301-1318. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636089>
- York, T. T., Gibson, C. et Rankin, S. (2015). Defining and Measuring Academic Success. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 20(1). <https://doi.org/10.7275/hz5x-tx03>
- You, J. W. (2016). Identifying significant indicators using LMS data to predict course achievement in online learning. *The Internet and Higher Education*, 29, 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.11.003>
- Yu, Z. et Xu, W. (2022). A meta-analysis and systematic review of the effect of virtual reality technology on users' learning outcomes. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(5), 1470-1484. <https://doi.org/10.1002/cae.22532>
- Yu, Z., Xu, W. et Sukjairungwattana, P. (2024). A meta-analysis of eight factors influencing MOOC-based learning outcomes across the world. *Interactive Learning Environments*, 32(2), 707-726. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2096641>
- Yue, M., Zhang, M., Zhang, C. et Jin, C. (2017). The effectiveness of concept mapping on development of critical thinking in nursing education: A systematic review and meta-analysis. *Nurse Education Today*, 52, 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.02.018>
- Zainuddin, Z. (2018a). Students' learning performance and perceived motivation in gamified flipped-class instruction. *Computers & Education*, 126, 75-88. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.003>
- Zainuddin, Z. (2018b). Students' learning performance and perceived motivation in gamified flipped-class instruction. *Computers & Education*, 126, 75-88. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.003>
- Zaturrahmi, Z., Festiyed, F. et Ellizar, E. (2020). The Utilization of Virtual Laboratory in Learning: A Meta-Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 228-236. <https://doi.org/10.24042/ijmsme.v3i2.6474>
- Zeedyk, S. M., Bolourian, Y. et Blacher, J. (2019). University life with ASD: Faculty knowledge and student needs. *Autism*, 23(3), 726-736. <https://doi.org/10.1177/1362361318774148>
- Zeidan, J., Fombonne, E., Scolah, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., Yusuf, A., Shih, A. et Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research*, 15(5), 778-790. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>
- Zelazo, P. D. et Carlson, S. M. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354-360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
- Zeng, H. et Luo, J. (2024). Effectiveness of synchronous and asynchronous online learning: a meta-analysis. *Interactive Learning Environments*, 32(8), 4297-4313. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2197953>
- Zhai, L. (2012). Validation of an Instrument to Measure Community College Student Satisfaction. *Community College Journal of Research and Practice*, 36(1), 47-58. <https://doi.org/10.1080/10668920802648916>
- Zhang, Q. et Yu, Z. (2021). A literature review on the influence of Kahoot! On learning outcomes, interaction, and collaboration. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4507-4535. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10459-6>

- Zhao, J., Xu, X., Jiang, H. et Ding, Y. (2020). The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC Medical Education*, 20(1), 127. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-1994-z>
- Zhonggen, Y. (2019). A Meta-Analysis of Use of Serious Games in Education over a Decade. *International Journal of Computer Games Technology*, 2019, e4797032. <https://doi.org/10.1155/2019/4797032>
- Zimmerman, B. J., Bandura, A. et Martinez-Pons, M. (1992). Self-Motivation for Academic Attainment: The Role of Self-Efficacy Beliefs and Personal Goal Setting. *American Educational Research Journal*, 29(3), 663-676. <https://doi.org/10.3102/00028312029003663>
- Zomeran, A. H. et Brouwer, W. H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. Oxford University Press.

Annexes

Annexe n°1

De nombreux facteurs ont été étudiés afin d'expliquer les raisons du développement du TSA. Modabbernia et al. (2017) ont réalisé une revue systématique de la littérature de l'ensemble des méta-analyses (n = 23) et revues systématiques (n = 9) traitant des facteurs de risque dans le développement d'un TSA.

Certains facteurs (voir Figure A.1) sont clairement identifiés comme augmentant les probabilités d'avoir un TSA comme : avoir un frère TSA (Odd ratio (OR)⁵³ x16) ; l'âge des parents (âge père > 50 et âge mère > 40 ; OR de 1-4) ; naissance prématurée (OR 1,5-4), hypoxie néonatale⁵⁴ (OR 1,2-10, mais rare), etc.

La supplémentation en acide folique (vitamine B9), jouant un rôle crucial dans les premiers mois de gestions du foetus, est au contraire un facteur limitant le risque de développement (OR 1-0,2), ce qui est cohérent avec le développement précoce de l'autisme durant la grossesse (Modabbernia et al., 2017) D'autres facteurs comme l'exposition pré-natale aux pesticides ou encore la pollution de l'air sont des facteurs encore débattus, mais pas écartés, au contraire des vaccins, de la cigarette ou du type d'accouchement réalisé (voir Figure A.1).

⁵³ Interprétation des Odds ratio (OR) :

OR = 1 : Il n'y a aucune différence dans les chances d'avoir l'événement entre les deux groupes. Les facteurs n'ont donc pas d'effet sur le développement d'un TSA.

OR > 1 : L'exposition augmente les chances d'avoir l'événement. Par exemple, un OR de 2 signifie que l'événement "avoir un TSA" est deux fois plus probable dans le groupe exposé que dans le groupe non exposé.

OR < 1 : L'exposition diminue les chances d'avoir l'événement. Par exemple, un OR de 0,5 signifie que l'événement "avoir un TSA" est deux fois moins probable dans le groupe exposé.

⁵⁴ Manque d'oxygène chez le nouveau-né, soit avant, pendant, ou immédiatement après la naissance.

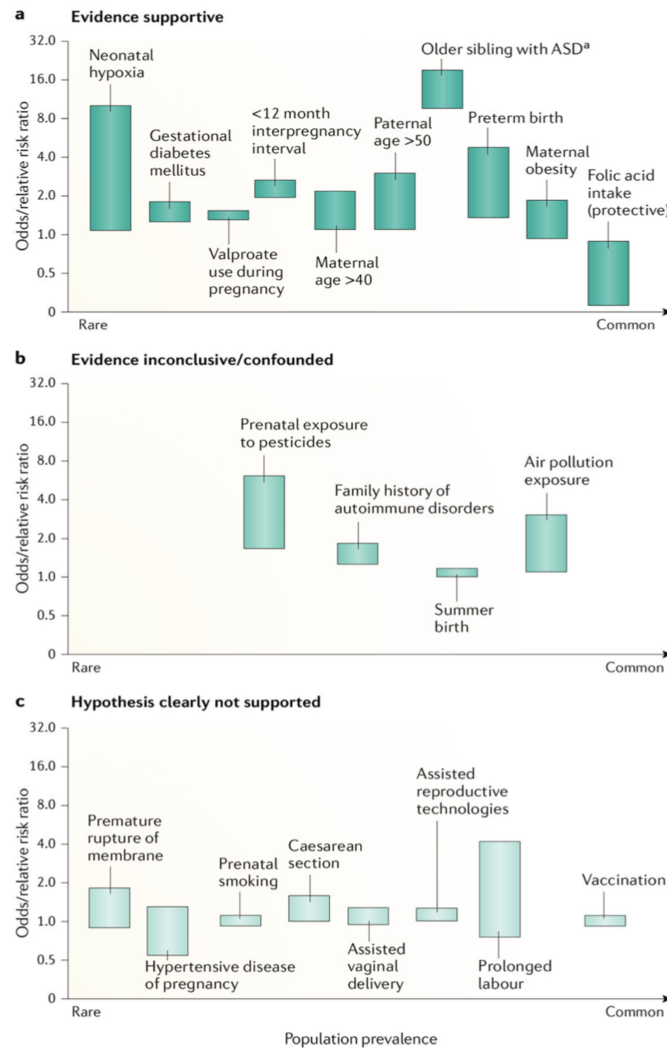


Figure A.1 : Odds ratios⁵⁵ (rapport de côtes en français) des risques relatifs de développement d'un TSA en fonction des différents facteurs identifiés dans la littérature et de leur rareté (probabilité d'occurrence). A : Facteurs identifiés clairement dans la littérature comme ayant un effet ; B : Facteurs débattus ; C = Facteurs identifiés clairement dans la littérature comme n'ayant pas d'effets. Repris de Lord et al. (2020) avec accord Licence Creative Commons.

⁵⁵Interprétation des Odds ratio :

OR = 1 : Il n'y a aucune différence dans les chances d'avoir l'événement entre les deux groupes. Les facteurs n'ont donc pas d'effet sur le développement d'un TSA.

OR > 1 : L'exposition augmente les chances d'avoir l'événement. Par exemple, un OR de 2 signifie que l'événement "avoir un TSA" est deux fois plus probable dans le groupe exposé que dans le groupe non exposé.

OR < 1 : L'exposition diminue les chances d'avoir l'événement. Par exemple, un OR de 0,5 signifie que l'événement "avoir un TSA" est deux fois moins probable dans le groupe exposé.

La génétique a également un rôle essentiel dans le développement d'un TSA. Les études sur les jumeaux et les familles démontrent systématiquement que l'autisme a une origine génétique particulièrement importante, avec une héritabilité estimée allant de ~40 % à 90 % (Cross-Disorder Group of the Psychiatric Genomics Consortium, 2014). Plus de 100 gènes et régions génomiques ont été associés avec certitude à l'autisme (Satterstrom et al., 2020 ; Sanders et al., 2015) principalement sur la base d'étude de mutations hétérozygotes⁵⁶, germinales⁵⁷ et de novo⁵⁸, (Lord et al., 2020).

Enfin, des facteurs de risque pourraient déclencher le risque d'autisme par le biais de plusieurs mécanismes sous-jacents complexes tels que les effets génétiques et épigénétiques (EnvironnementXGènes), l'inflammation et le stress oxydatif, ou les lésions hypoxiques et ischémiques (Lord et al., 2020 ; Modabbernia et al., 2017).

⁵⁶ Une mutation hétérozygote signifie qu'elle affecte un seul des deux allèles (une des deux copies d'un gène) qu'une personne possède. Chaque individu hérite d'une copie de chaque gène de la mère et une autre du père. Si une mutation est présente sur une seule de ces deux copies, on parle d'hétérozygotie.

Hétérozygote : Une seule copie du gène est mutée, l'autre est normale.

Homozygote : Les deux copies du gène sont identiques (soit toutes les deux mutées, soit toutes les deux normales).

⁵⁷ Une mutation germinale est une mutation qui survient dans les cellules germinales, c'est-à-dire les cellules reproductrices (spermatozoïdes ou ovules). Ces mutations sont héréditaires, car elles peuvent être transmises aux descendants.

⁵⁸ Une mutation de novo est une mutation qui survient spontanément chez un individu sans qu'elle ne soit héritée des parents. Elle apparaît pour la première fois dans le génome de cet individu, soit dans les cellules germinales d'un des parents (et donc est transmise), soit après la fécondation dans l'ADN de l'embryon.

Annexe n°2

Pour compléter notre analyse, nous avons réalisé des clusters (groupes) à partir des 2 premières dimensions afin d'identifier des profils d'étudiants réussissant le mieux en en apprentissage à distance synchrone.

L'analyse permet d'identifier les variables qui caractérisent les individus appartenant à chaque groupe. Sur les prochaines pages, des tableaux présentant ces variables est produit pour chaque cluster (voir tableaux Tableau A.2.1, Tableau A.2.2, Tableau A.2.3).

Dans ces tableaux, "Moyenne dans la catégorie" donne la moyenne d'une variable dans le cluster associé et "Moyenne générale" la moyenne de la variable pour l'ensemble du jeu de données, avec pour chacune les écarts types associés et la valeur p correspondant au test de l'hypothèse suivante : "la moyenne de la catégorie est égale à la moyenne générale". Une valeur du v.test supérieure à 1,96 correspond à une valeur p inférieure à 0,05 ; le signe du v.test indique si la moyenne du groupe est inférieure ou supérieure à la moyenne globale (Husson et al., 2015).

	v.test	Moyenne dans la catégorie	Moyenne globale	Ecart-type dans la catégorie	Ecart-type global
Désespoir	6.69	2.27	1.60	1.60	0.51
Ennui	5.63	3.33	2.49	0.80	0.76
Interactions Chat	5.50	0.02	0.01	0.03	0.01
Interactions Régulation	5.26	0.04	0.01	0.04	0.02
Colère	5.13	2.07	1.64	0.43	0.42
Effets négatifs	4.59	3.47	2.89	0.59	0.64
Anxiété	2.94	2.43	2.12	0.66	0.53
Motivation Intrinsèque	-2.44	3.45	3.71	0.62	0.54
QCM Total	-2.78	3.03	3.59	0.94	1.04
QCM2	-3.02	1.48	1.88	0.65	0.66
Environnement naturel	-4.21	2.50	3.01	0.65	0.61
Sentiment de présence	-4.58	2.09	2.57	0.56	0.53
Espoir	-5.08	2.62	3.18	0.56	0.57
Engagement	-5.10	2.16	2.64	0.57	0.48
Fierté	-5.37	2.36	2.92	0.57	0.53
Plaisir	-6.01	2.26	2.95	0.61	0.59
Motivation pour la tâche	-6.56	3.16	3.89	0.74	0.57

Tableau A.2.1 : Description du groupe (cluster) 1.

	v.test	Moyenne dans la catégorie	Moyenne globale	Ecart-type dans la catégorie	Ecart-type global
Névrosisme	1.961822	3.19	3.11	0.89	0.87
Plaisir	-1.999472	2.89	2.95	0.31	0.59
Motivation Intrinsèque	-2.034429	3.66	2.95	0.43	0.54
Espoir	-2.411343	3.12	3.18	0.36	0.57
Moyenne générale	-2.998578	114.18	118.61	30.41	28.63
Interactions Chat	-4.507114	0.00	0.01	0.01	0.02
Interactions Vocales	-4.541818	0.01	0.01	0.01	0.04
Interactions Régulation	-4.988877	0.01	0.01	0.02	0.03
Interactions Questions-réponses	-4.999949	0.01	0.01	0.02	0.04
Interactions Régulation	-5.620531	0.01	0.02	0.02	0.05

Tableau A.2.2 : Description du groupe (cluster) 2.

	v.test	Moyenne dans la catégorie	Moyenne globale	Ecart-type dans la catégorie	Ecart-type global
Plaisir	8.23	3.83	2.95	0.54	0.59
Espoir	7.87	3.99	3.18	0.54	0.57
Fierté	7.07	3.60	2.92	0.62	0.53
Engagement	6.53	3.22	2.64	0.62	0.48
Sentiment de présence	6.37	3.20	2.57	0.63	0.53
Motivation pour la tâche	6.11	4.53	3.89	0.41	0.57
Interactions Vocales	5.67	0.05	0.01	0.08	0.04
Interactions Questions-réponses	5.61	0.05	0.02	0.07	0.03
Interactions Régulation	5.24	0.06	0.02	0.09	0.04
Motivation Intrinsèque	4.88	4.20	3.71	0.65	0.54
Moyenne générale	2.80	132.88	118.30	18.74	28.63
Attention	2.77	3.14	2.79	0.55	0.70
Motivation Extrinsèque	2.34	3.58	3.29	0.76	0.69
Environnement naturel	2.10	3.24	3.01	0.83	0.61
Anxiété	-3.80	1.75	2.12	0.51	0.53
Honte	-3.84	1.67	2.15	0.77	0.68
Effets négatifs	-4.54	2.36	2.89	0.79	0.64
Désespoir	-5.44	1.10	1.60	0.17	0.51
Colère	-5.64	1.20	1.64	0.27	0.42
Ennui	-6.72	1.55	2.49	0.63	0.76

Tableau A.2.3 : Description du groupe (cluster) 3.

Annexe n°3

Etudes	Pays d'origine	Participants avec TSA	Niveau d'études	Type de technologies	Capacités/comportements ciblés
Mason et al. (2012)	USA	- 2 ASD	undergraduate	- video modeling	- social-communicative skills
McMahon et al., (2015)	USA	- 1 ASD - Control group: Same ASD student	unknown	- 1 augmented reality mobile application (Layar)	- spatial navigation
Satterfield et al. (2015)	USA	- unknown number of ASD students	undergraduate and graduate	- online learning system	- academics
McMahon et al., (2016)	USA	- 1 ASD - Control group: Same ASD student	unknown	- 1 augmented reality mobile application (Aurasma)	- academics
White et al. (2016)	USA	- 4 ASD - Control group: 4 ASD students	undergraduate and graduate	- virtual reality–Brain-Computer Interface for ASD (BCI-ASD)	- executive function
Richardson (2017)	UK	- 557 ASD	unknown	- online learning system	- academics
Simon & Hines (2017)	USA	- None	unknown	- video modeling	- social-communicative skills
Francis et al. (2018)	USA	- 7 ASD	unknown	- 10 mobile and web applications	- academics - social interactions - living outside of the family home - executive functioning - mental health
Sturm et al. (2019)	USA	- 10 ASD	unknown	- video-game	- social-communicative skills
Adams et al., (2019) - Study 1	Australia	- Review - 3 case studies (<i>n</i> =1 ASD participant for each) - 1 online questionnaire (<i>n</i> =48 ASD students)	Undergraduate and postgraduate	- Online learning system	- academics

Adams et al., (2019) - Study 2	Australia	- 21 ASD	Undergraduate and postgraduate	- Online learning system	- academics
Huffman et al., (2019)	USA	- 1 ASD - Control group: Neurotypical students (n=unknown)	undergraduate	- 1 mobile application (I-Connect)	- academic self-monitoring
Mason et al. (2020)	USA	- 4 ASD	unknown	- technology-based multicomponent package (online instructional modules and Covert Audio Coaching)	- social-communicative skills
Kearney et al. (2021)	USA	- 2 ASD - Control group: 2 ASD	unknown	- Google Maps	- spatial navigation
Wright et al., (2022)	USA	- 2 ASD - Control group: Same ASD students	unknown	- Smartwatch	- self-management
Begel et al. (2021)	USA	- 7 ASD	undergraduate	- Remote Video Game Coding Camp (ZOOM & MakeCode Arcade)	- academics - social-communicative skills
Bellon-Harn & Manachaiah (2021)	USA	- Part 1: 4 ASD - Part 2: 4 ASD	Part 1: College degree Part 2: 3 high school & 1 undergraduates	- 1 ePlatform (web-based and mobile)	- self-management
Gregori et al. (2022)	USA	- 2 ASD	undergraduate	- 1 technology-based multicomponent package (online instructional modules and telecoaching)	- social-communicative skills
Dahlstrom-Hakki & Wallace (2022)	UK	- 3 ASD - Control group: 1 ASD	unknown	- visualization statistical Tool (TinkerPlots)	- academics
Madaus et al. (2022)	USA	- 31 ASD	undergraduate, postgraduate	- online learning system	- academics
O'Neill & Smyth (2023)	North Ireland	- 2 ASD - Control group: Same ASD students	unknown	- smartwatch/ smartphone	- academics - self-management

Tableau A.3.1 : Caractéristiques des études incluses.

Titres	Type	Critères acceptés	Critère non accepté/Ne peux pas se prononcer	Score global au MMAT (%)
Quantitative randomized controlled trials				
White et al. (2016)	Small randomized controlled trial	S2	S1	N'a pas passé les deux questions de sélection
Quantitative nonrandomized				
Dahlstrom-Hakki & Wallace (2022)	Small randomized controlled trial	S2	S1	N'a pas passé les deux questions de sélection
Quantitative descriptive				
Mason et al. (2012)	Case report	S1 S2 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5		100%
Satterfield et al. (2015)	Survey	S2	S1	N'a pas passé les deux questions de sélection
Richardson (2017)	Survey	S1 S2 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5		100%
Kearney et al. (2021)	Case report	S1 S2 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5		100%
Wright et al., (2022)	Case report	S1 S2 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5		100%
Qualitative				
Madaus et al. (2022)	Survey	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5		100%
Mixed method				
McMahon et al., (2015)	Qualitative description Case report	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 4.1 4.2 4.3 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5		100%
McMahon et al., (2016)	Qualitative description Case report	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 4.1 4.2 4.3 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5		100%

Francis et al. (2018)	Qualitative description Survey	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 4.1 5.1	4.2 4.3 4.5 5.2 5.3 5.4 5.5	55%
Adams et al., (2019) - Study 2	Qualitative description Survey	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5		100%
Huffman et al., (2019)	Qualitative description Case report	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 4.1 4.2 4.3 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5		100%
Mason et al. (2020)	Qualitative description Case report	S1 S2 1.1 1.2 4.1 4.2 4.3 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5	1.3 1.4 1.5	80%
Begel et al. (2021)	Qualitative description Case report		S1 S2	N'a pas passé les deux questions de sélection
Bellon-Harn & Manachaiah (2021)	Qualitative description Case report	S2	S1	N'a pas passé les deux questions de sélection
Gregori et al. (2022)	Qualitative description Case report	S1 S2 1.1 1.2 4.1 4.2 4.3 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5	1.3 1.4 1.5	80%
O'Neill & Smyth (2023)	Qualitative description Case report	S1 S2 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 4.1 4.2 4.3 4.5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5		100%
Not suitable				
Adams et al., (2019) - Study 1	Review			
Simon & Hines (2017)	Guideline			
Sturm et al. (2019)	Participatory design description			

Tableau A.3.2 : Scores de qualité des études incluses à l'aide de l'outil d'évaluation des méthodes mixtes (Mixed Methods Appraisal Tool - MMAT).

Annexe n°4

Classement des préférences des différentes pratiques pédagogiques (étudiants avec TSA et neurotypiques) pour chaque thème identifié dans la littérature. Le classement est basé sur les moyennes des étudiants avec TSA.

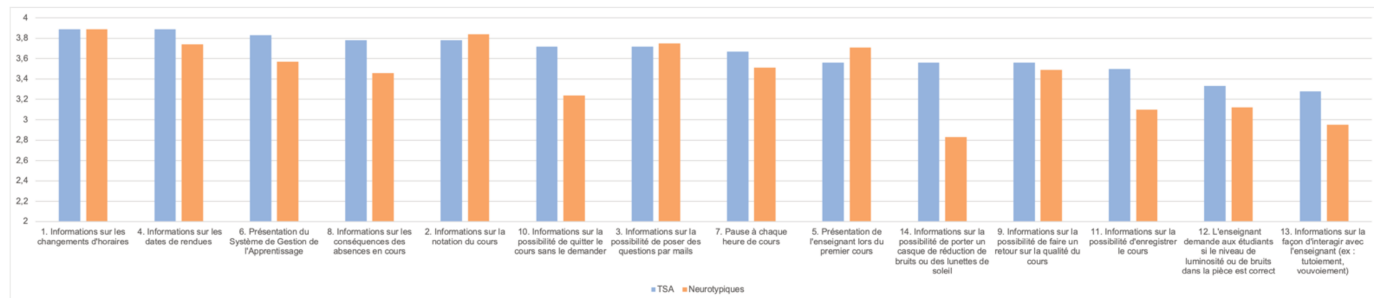


Figure A.1 : Classification de l'ensemble des items du thème "Informations et règles du cours" de la moyenne la plus élevée (à gauche) à la plus faible (à droite) pour les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques. Note : La classification est basée sur les moyennes des étudiants avec TSA.

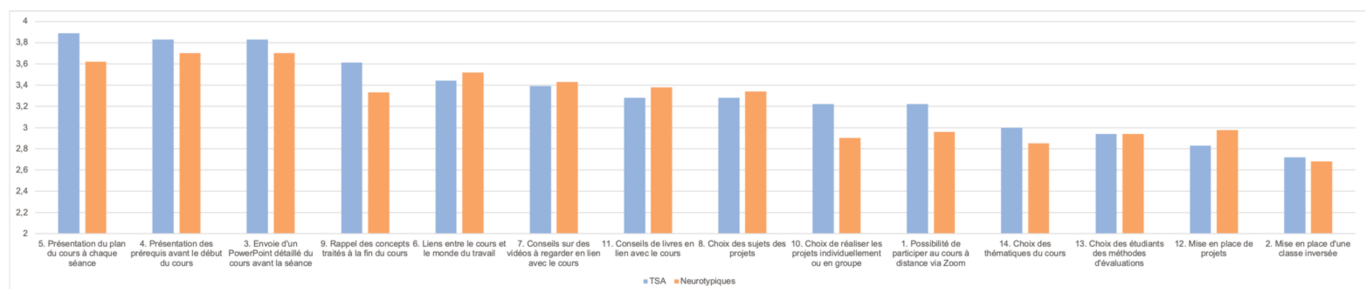


Figure A.2 : Classification de l'ensemble des items du thème " Organisation et contenu du cours " de la moyenne la plus élevée (à gauche) à la plus faible (à droite) pour les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques. Note : La classification est basée sur les moyennes des étudiants avec TSA.

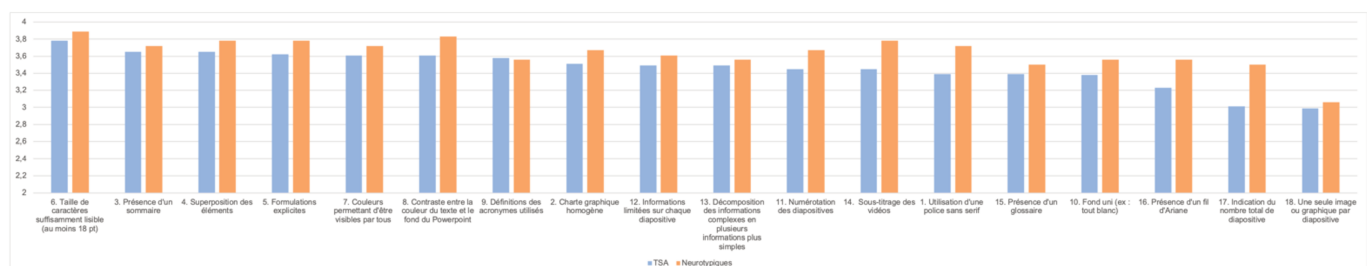


Figure A.3 : Classification de l'ensemble des items du thème "PowerPoint" de la moyenne la plus élevée (à gauche) à la plus faible (à droite) pour les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques. Note : La classification est basée sur les moyennes des étudiants avec TSA.

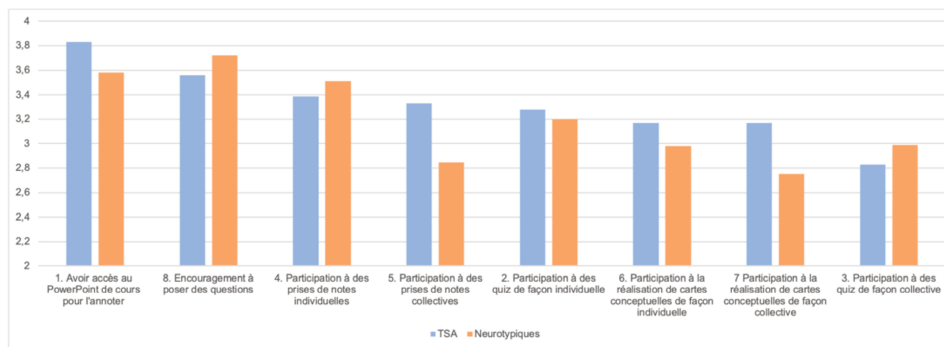


Figure A.4 : Classification de l'ensemble des items du thème "Stratégies d'engagement" de la moyenne la plus élevée (à gauche) à la plus faible (à droite) pour les étudiants avec TSA et les étudiants neurotypiques. Note : La classification est basée sur les moyennes des étudiants avec TSA.

Annexe n°5

Thème	Pertinence			Mise en place		
	Neurotypiques	TSA	Enseignants	Neurotypiques	TSA	Enseignants
Informations et règles du cours	3.44 [0.31]	3.65 [0.35]	3.04 [0.40]	2.37 [0.35]	2.27 [0.29]	2.70 [0.34]
Organisation et contenu du cours	3.24 [0.39]	3.29 [0.44]	2.74 [0.49]	2.19 [0.36]	2.06 [0.30]	2.50 [0.40]
PowerPoint	3.46 [0.36]	3.64 [0.32]	3.09 [0.58]	2.84 [0.36]	2.79 [0.25]	2.99 [0.47]
Stratégies d'engagement	3.20 [0.49]	3.32 [0.50]	2.77 [0.57]	2.25 [0.41]	2.10 [0.25]	2.34 [0.45]

Tableau A.5.1 : Scores moyens et écarts types pour la pertinence et la mise en place des thèmes de pratiques pédagogiques.

Les analyses suivantes visaient à comparer les étudiants avec TSA avec les enseignants universitaires sur les scores de pertinence et de mise en place accordés aux 4 thèmes de pratiques pédagogiques.

Tout d'abord, une ANOVA à deux facteurs a été réalisée sur les scores de pertinence, avec la modalité des thèmes ("Informations et règles du cours"/"Organisation et contenu du cours"/"PowerPoint"/"Stratégies d'engagement") comme facteur de mesures répétées et la modalité du répondant (TSA/Enseignants) comme facteur inter-sujet.

L'ANOVA a révélé un effet significatif de la modalité du thème ($F(3,468)= 24,15, p<0,01$), un effet significatif de la modalité du répondant ($F(1,156)= 27,8, p<0,01$), mais aucune interaction significative entre ces deux modalités ($F(3,468)=0,15, p=0,93$).

Les comparaisons post-hoc par paire avec ajustement de Bonferroni ont indiqué que les thèmes "Informations et règles du cours" et "PowerPoint" ont été jugés plus pertinents par les enseignants et par les étudiants avec TSA que les thèmes "Organisation et contenu du cours" et "Stratégies d'engagement" ($p<0,01$). En outre, les analyses ont révélé que les étudiants avec

TSA jugeaient les thèmes de pratique pédagogique évalués plus pertinents dans les cours universitaires que les enseignants universitaires ($p < 0.01$).

Ainsi, les étudiants avec TSA ont jugé les pratiques pédagogiques plus pertinentes dans les cours universitaires que les enseignants universitaires. De plus, les étudiants avec TSA et les enseignants universitaires ont jugé les thèmes "Informations et règles du cours" et "PowerPoint" comme étant les plus pertinents.

Enfin, une ANOVA à deux facteurs a été réalisée sur les scores de mise en œuvre, avec la modalité des thèmes ("Informations et règles du cours"/"Organisation et contenu du cours"/"PowerPoint"/"Stratégies d'engagement") comme facteur de mesures répétées et la modalité du répondant (TSA/Enseignants) comme facteur entre les sujets.

L'ANOVA a révélé un effet significatif de la modalité du thème ($F(3,468)= 63,5, p<0,01$), de la modalité du répondant ($F(1,156)= 18,2, p<0,01$) ainsi qu'une interaction significative entre les deux ($F(3,468)=2,78, p<0,05$). L'effet principal de la modalité du thème (comparaisons par paires post-hoc avec ajustement de Bonferroni) est dû au fait : que les thèmes "Informations et règles du cours" et "PowerPoint" ont été jugés plus mis en place dans les cours universitaires par les enseignants et les étudiants avec TSA que les thèmes "Organisation et contenu du cours" et "Stratégies d'engagement" ($p<0,01$) ; que le thème "PowerPoint" a également été jugé plus mis en œuvre dans les cours universitaires que le thème "Informations et règles" par les enseignants et les étudiants avec TSA ($p<0,01$).

L'effet principal de la modalité du répondant est dû au fait que les enseignants universitaires ont généralement jugé les pratiques pédagogiques évaluées comme étant plus mises en œuvre dans leurs cours que les étudiants TSA ($p<0,01$).

Ainsi, les étudiants avec TSA ont jugé les pratiques pédagogiques comme étant moins mis en place dans les cours universitaires qu'ils suivent par rapport à l'implémentation évalué par les enseignants universitaires.

Des analyses statistiques similaires avec des résultats similaires ont été trouvés en comparant les étudiants neurotypiques avec les enseignants (pertinence et mise en œuvre).

Annexe n°6

Test de connaissances

Le test de connaissances a été développé à l'aide d'un formulaire Google Form. Il se compose de 67 affirmations que les sujets doivent valider ou réfuter. Sous chaque question il y a trois possibilités de réponse : "Vrai", "Faux" et "Je ne sais pas". Les items sont présentés dans un ordre aléatoire.

En cas de bonne réponse, le score global est crédité d'un point. En cas de réponse "Faux" ou "Je ne sais pas", aucun point n'est crédité

Les affirmations 1 à 43 sont des traductions d'items issues de l'ASK-Q (Autism Stigma and Knowledge Questionnaire), développé par Harrison & al et 2017. Cet outil, adapté à toutes les cultures, est destiné à mesurer les connaissances et les attitudes envers l'autisme en couvrant divers aspects tels que les symptômes, les causes, les traitements et les perceptions sociales. Il se compose initialement de 54 affirmations, mais celles comportant des ambiguïtés (n=11) ont été écartées. Des questions supplémentaires nécessitant un peu plus de connaissances sur le TSA ont été ajoutées (items 44 à 57) à partir des critères de diagnostic du DSM-V et de leurs manifestations.

1. Il n'existe actuellement aucun test médical pour diagnostiquer l'autisme (vrai)
2. De nombreux enfants autistes ont des difficultés à utiliser le langage courant pour communiquer leurs besoins (vrai)
3. De nombreux enfants autistes sont bouleversés si leur routine est modifiée (vrai)
4. La plupart des enfants autistes peuvent ne pas regarder les choses lorsque vous les montrez du doigt (vrai)
5. Certains enfants autistes ne parlent pas (vrai)
6. L'autisme peut être diagnostiqué dès l'âge de 18 mois (vrai)
7. Certains enfants autistes montrent un intérêt intense pour certaines parties d'objets (vrai)
8. De nombreux enfants autistes montrent le besoin de routines et d'uniformité (vrai)
9. Tous les enfants autistes ont généralement des problèmes d'agressivité (faux)
10. De nombreux enfants autistes ont du mal à tolérer les bruits forts ou certains types de toucher (vrai)
11. De nombreux enfants autistes ont du mal à comprendre les expressions faciales (vrai)

12. De nombreux enfants autistes font tourner des objets ou battent les bras à plusieurs reprises (vrai)
13. Souvent, les enfants autistes se concentrent excessivement sur une seule chose (vrai)
14. Les enfants autistes n'apprécient pas la présence des autres (faux)
15. Les enfants autistes peuvent avoir des réactions étranges à l'odeur, au goût, à l'apparence, à la sensation ou au son des choses (vrai)
16. L'autisme est le résultat d'une malédiction infligée à la famille (faux)
17. L'autisme est causé par Dieu ou un être suprême (faux)
18. Des expériences traumatisantes très tôt dans la vie peuvent provoquer l'autisme (faux)
19. La génétique joue un rôle important dans le développement de l'autisme (vrai)
20. L'autisme est un trouble du développement (vrai)
21. L'autisme est dû à des parents froids et/ou rejetant (faux)
22. Les vaccinations peuvent provoquer l'autisme (faux)
23. L'autisme est évitable (faux)
24. L'autisme est un trouble d'origine cérébrale (vrai)
25. L'autisme a tendance à être héréditaire (vrai)
26. L'autisme est plus fréquemment diagnostiqué chez les hommes que chez les femmes (vrai)
27. Le nombre de cas d'autisme diagnostiqués a augmenté au cours des 10 dernières années (vrai)
28. L'autisme survient plus fréquemment parmi les niveaux socio-économiques et éducatifs supérieurs (faux)
29. L'autisme est quelque chose de très rare (faux)
30. L'autisme touche des personnes de toutes origines (vrai)
31. Les causes de l'autisme ne sont pas encore connues avec certitude (vrai)
32. L'autisme survient principalement dans les familles de la classe moyenne (faux)
33. L'intervention précoce ne démontre aucun avantage supplémentaire pour les enfants autistes (faux)
34. Nous disposons désormais de traitements qui peuvent guérir l'autisme (faux)
35. Il n'existe actuellement aucun remède contre l'autisme (vrai)
36. Les enfants autistes ne peuvent acquérir aucune compétences sociales (faux)
37. Une intervention précoce peut conduire à des progrès significatifs chez les enfants autistes en matière de compétences sociales et de communication (vrai)

38. La thérapie comportementale est l'intervention la plus susceptible d'être efficace pour les enfants autistes (vrai)
39. Les enfants autistes peuvent grandir et vivre de manière indépendante (vrai)
40. L'autisme n'existe que dans l'enfance (faux)
41. Avec un traitement approprié, la plupart des enfants diagnostiqués autistes finissent par guérir de ce trouble (faux)
42. L'autisme fait l'objet d'une stigmatisation sociale dans certaines communautés (vrai)
43. La plupart des enfants autistes sont également handicapés intellectuels (faux)
44. Les personnes avec un trouble du spectre de l'autisme ont un déficit en théorie de l'esprit (vrai)
45. Les personnes avec un TSA ont du mal à comprendre le langage non verbal (vrai)
46. Les personnes autistes n'ont pas de problème pour comprendre l'implicite (faux)
47. Il est difficile pour les personnes autistes de développer des relations sociales (vrai)
48. Les personnes autistes ont des difficultés pour entretenir et maintenir leurs relations (vrai)
49. Les personnes autistes ont tendance à être maladroitement socialement (vrai)
50. Les personnes avec un trouble du spectre de l'autisme ont des hyper ou hypo sensibilités aux stimulations sensorielles (vrai)
51. Les critères de diagnostic, selon le DSM-V, sont regroupés selon une dyade autistique (vrai)
52. Les critères de diagnostic, selon le DSM-V, sont regroupés selon une triade autistique (faux)
53. Les personnes avec un TSA ont fréquemment un autre trouble du neurodéveloppement, comme le TDAH (vrai)
54. Le TSA est associé à de nombreuses comorbidités comme la dépression, l'anxiété et des troubles du comportement alimentaire (vrai)
55. Les personnes avec un TSA sont sujettes aux troubles du sommeil (vrai)
56. Les personnes autistes ont des déficits dans les fonctions exécutives (vrai)

Test de stigmatisation explicite

Questionnaire évaluant explicitement les stéréotypes associés aux personnes TSA, correspondant à une traduction de la sous-échelle sur les stéréotypes de l'ASK-Q (Autism Stigma and Knowledge Questionnaire)

1. Les personnes avec un trouble du spectre de l'autisme n'ont pas d'empathie
2. Les personnes autistes ne sont pas capables de regarder les gens dans les yeux
3. Les personnes avec un trouble du spectre de l'autisme s'automutilent
4. L'autisme est une maladie
5. Les personnes autistes sans déficiences intellectuelles sont surdouées
6. Les personnes autistes ne ressentent pas d'émotions
7. Les étudiants autistes doivent aller dans des écoles spécialisées pour pouvoir faire des études
8. Les personnes autistes ne savent pas travailler en groupe
9. Les personnes avec un trouble du spectre de l'autisme ne fondent pas de famille
10. Le diagnostic d'autisme est à la mode
11. Les personnes autistes ne comprennent pas l'humour

Test d'association implicite

Test informatisé réalisé avec l'outil PsychoPy consistant à attribuer des concepts reliés au développement typique (neurotypique, normal, sans diagnostic, sans trouble) ou au TSA (asperger, autisme, autistique, trouble neurodéveloppemental) à des qualificatifs positifs (gentil, amical, sympathique, honnête) ou négatifs (maladroit, effrayant, bizarre, dangereux) basé sur les travaux et les recommandations de Greenwald (2020). Le test dure environ 5 minutes.

Exemple ci-dessous :

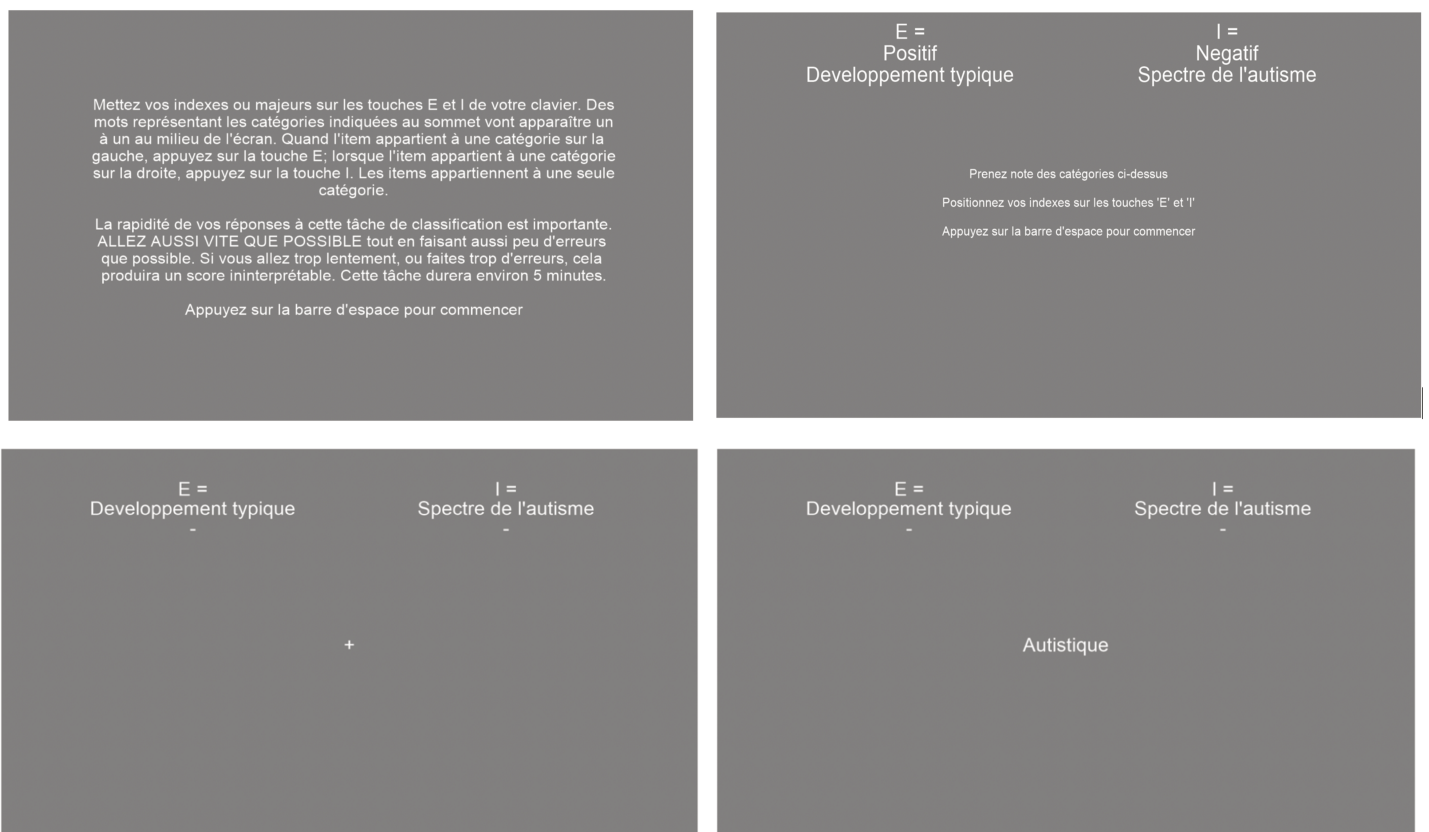


Figure A.6 : Présentation du test implicite avec : 1) La consigne ; 2) L'Attribution de catégorie Positif/Développement typique et Négatif/TSA aux touches (cette attribution variée au cours de l'expérience) ; 3) Croix de fixation ; 4) Apparition du stimulus à associer à la bonne catégorie. Le temps de réaction peut varier en fonction de si Spectre de l'Autisme était associé à la catégorie Négatif ou Positif. En fonction de cette variation (et du calcul d'un score donné, voir Greenwald (2020) pour plus de précisions), la personne peut alors avoir une stigmatisation positive, neutre, ou négative vis à vis du TSA.

Annexe n°7

CONSENTEMENT - NOTICE D'INFORMATION DANS LE CADRE DE LA COLLECTE DE DONNEES PERSONNELLES

Responsable du traitement

Les données personnelles recueillies font l'objet d'un traitement dans le cadre du projet « *Interactions, profil, satisfaction et réussite scolaire des étudiants dans l'apprentissage à distance synchrone* » piloté par LARONZE Florian, Doctorant en Sciences Cognitives (florian.laronze@u-bordeaux.fr) et N'Kaoua Bernard, Professeur des Universités en Sciences Cognitives (bernard.nkaoua@u-bordeaux.fr) du Laboratoire HACS (Handicap, Activité, Cognition, Santé)

Coordonnées laboratoire :

146 rue Léo Saignat; Bât 1B, étage 2; 33076 Bordeaux cedex; Tél: +33(0)5.57.57.56.48

Finalités du projet

Le traitement des données a pour objet :

L'évaluation de l'apprentissage à distance synchrone (par Zoom) chez les étudiant.e.s et professeur.e.s tout venant.

Il s'agit notamment d'évaluer l'acquisition de connaissances (qcm) et la satisfaction des étudiant.e.s lors d'un cours à distance en fonction d'un certain nombre de paramètres (discipline enseignée, profil des étudiant.e.s, interactions).

Il est attendu de la personne qu'elle :

Phase 1 :

Participe à un recueil d'informations par questionnaire portant sur son profil, ses capacités de mémoire et d'attention, son niveau de culture numérique et sa pratique des jeux vidéo. Ce recueil dure en moyenne 20 minutes. Les questionnaires vous seront envoyés par mail et sont à compléter le plus rapidement possible.

Phase 2 :

Participe à 2 cours de Monsieur Bernard N'Kaoua du 25/11 et 01/12 2021 à distance synchrone. Les 2 cours seront enregistrés. Ils seront exactement similaires à ce qu'ils auraient du être s'ils n'avaient pas été inclus dans cette étude. Durant ces deux cours, vous devrez avoir le même comportement que lors de cours habituels. L'enregistrement des cours nous permettra de quantifier les interactions entre l'enseignant.e et les étudiant.e.s pendant le cours. Réponde à un QCM de 10 minutes portant sur les notions abordées lors des 2 cours à distance. Ce QCM n'aura aucun impact sur votre moyenne et permettra uniquement d'évaluer votre acquisition de connaissances lors de ces 2 cours. Ce QCM aura lieu à la fin de votre 2ème cours.

Phase 3 :

Participe à un recueil d'informations par questionnaire portant sur sa satisfaction, sa motivation et son sentiment de présence lors des 2 cours à distance. Le recueil d'informations durera en moyenne 15 minutes. Ces questionnaires vous seront envoyés par mail à la fin de la 2ème séance de cours et vous serez invités à y répondre le plus rapidement possible.

Nature des données collectées

Seules les données strictement nécessaires à la réalisation de notre recherche seront collectées et traitées :

Données d'identification

Données sur la vie personnelle (âge, genre, personnalité, capacités de mémoire et d'attention, niveau de culture numérique et de pratique des jeux vidéos) Données sur les cours (interactions pendant les cours, résultats aux QCM, satisfaction, motivation, sentiment de présence, note final à l'U.E.)

Participation libre

Votre participation au projet « *Interaction, profil, satisfaction et réussite scolaire des étudiants dans l'apprentissage à distance synchrone* » est entièrement libre et volontaire.

Retrait du consentement

Vous êtes libre de vous retirer ou de cesser votre participation à ce projet à tout moment. Ce retrait n'aura aucune conséquence sur votre moyenne et aucun des enseignant.e.s ne sera informé de votre participation ou non au projet.

Destinataires des données personnelles

Les données seront uniquement traitées par Florian LARONZE, Doctorant en Sciences Cognitives (florian.laronze@u-bordeaux.fr) au Laboratoire HACS. **Transferts de données**
Toutes les données sont gardées en France.

Durée de conservation

Vos données personnelles sont conservées en base active jusqu'au 21/09/2023. Après cette date, elles seront définitivement archivées de manière anonymisée (si pas d'intérêt à garder les données personnelles).

Mesure de sécurité

Afin de garantir la confidentialité de vos données et éviter toute violation, les dispositifs suivants ont été mis en place : Une anonymisation intégrale des données personnelles dès la collecte

L'anonymisation est un traitement qui consiste à utiliser un ensemble de techniques de manière à rendre impossible toute identification de la personne par quelque moyen que ce soit et de manière irréversible (suppression du nom, prénom, n° de téléphone, adresse mail, date de naissance, adresse postale, n° d'identification comme une plaque d'immatriculation, etc.)

Diffusion

Les résultats de cette recherche seront diffusés de façon anonyme dans des colloques professionnels et scientifiques, dans des revues professionnelles ou académiques. Les enregistrements des cours seront conservés et uniquement traités par LARONZE Florian.

Droits des personnes

Les droits des personnes concernées ne s'appliquent pas du fait de l'anonymisation à la source du traitement des données.

Pour toute information ou question concernant le traitement des données dans ce dispositif, vous pouvez contacter :

LARONZE Florian, Doctorant en Sciences Cognitives (florian.laronze@u-bordeaux.fr) et

N’Kaoua Bernard, Professeur des Universités en Sciences Cognitives (bernard.nkaoua@u-bordeaux.fr).

Si après nous avoir contacté, vous estimez que vos droits Informatique et Libertés ne sont pas respectés, vous avez la possibilité de déposer une réclamation en ligne auprès de la CNIL.

En appuyant sur suivant, vous acceptez le formulaire de consentement et vous certifiez :

- **que vous avez lu et compris les renseignements communiqués dans la notice d’information,**
- **que l’on a répondu à vos questions de façon satisfaisante**
- **que l’on vous a informé que vous étiez libre d’annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche en tout temps, sans préjudice.**

Remerciements

Après quatre années, ce parcours de thèse touche à sa fin. Comme le veut la coutume, il est donc venu le temps de remercier le maximum de personnes m'ayant accompagné, tant sur le plan personnel que professionnel.

Tout d'abord, je souhaite adresser mes remerciements aux membres du jury. Merci à Monsieur André Tricot et Monsieur Philippe Dessus d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse. Je remercie également Madame Stéphanie Mathey d'avoir accepté d'être examinatrice de mes travaux de thèse, mais aussi d'avoir accepté d'être membre de mon Comité de suivi au côté de Madame Virginie Postal Le Dors.

Je tiens également à remercier l'ensemble des membres de l'équipe pédagogique de la Licence MIASHS et du Master Sciences Cognitives de m'avoir permis de donner cours durant ces quatre années de thèses. Cela a été une expérience absolument géniale ! Un merci tout particulier à Cécile, Frédérique, MMC et Tafita pour le soutien et l'aide que vous m'avez apportés !

Je remercie également l'ensemble des enseignantes et enseignants qui m'ont apporté leur aide pour l'ensemble de travaux de cette thèse ainsi que les directrices et directeurs de Collège pour leur confiance.

Je tenais évidemment à remercier Monsieur Bernard N'Kaoua. D'abord merci de m'avoir pris au dernier moment en stage de Master 1 suite au désistement de mon premier encadrant, tout part de là. Alors, pas vraiment, puisque la première fois que je vous ai vu c'était lors de mon année de L2 MIASHS dans un cours en amphitheâtre où vous aviez un retard, que nous ne dévoilerons pas ici par respect⁵⁹, suite à une partie de tennis entre 12h et 14h. Nous ne pouvions que bien nous entendre. Pour redevenir sérieux quelques instants, un immense merci pour votre professionnalisme, vos conseils, vos éclairages, vos corrections (pallier à), vos réflexions, etc., qui ont fait que cette thèse ait pu se dérouler dans d'aussi bonnes conditions et arriver à son

⁵⁹ 20 minutes.

terme. Nous en avons tout de même pas mal bavé avec les articles au début, mais vous avez été central dans ma persévérance, donc encore une fois je vous dis un grand merci. J'espère pouvoir continuer à travailler avec vous le plus longtemps possible (même si votre expérience commence à être critique). Pour conclure, préparez-vous physiquement et mentalement, l'heure de votre défaite tennistique approche à grands pas.

Ensuite, je tenais aussi à remercier tous les membres de l'équipe ACTIVE avec qui j'ai pu passer de très bons moments, notamment Marie, Noelia, Roxane et Marion. Marie je maintiens que ta déco est juste passable. Merci aussi à mon compère Rafaël pour ton soutien dans cette dernière année (et les conseils style), ça va le faire pour toi aussi ne t'inquiète pas. Merci aussi à toutes et à tous les stagiaires de Licence et de Master que j'ai pu croiser, on a bien rigolé et j'espère vous avoir apporté deux ou trois conseils utiles dans vos vies. Un merci tout particulier à Alix, Benjamin, Camille, Manon, Solène, Guillaume et Valentin. Enfin, un grand merci à toutes celles et ceux ayant perdu au Gabaky contre moi, quel plaisir de rester vaincu (Rafaël je t'attends).

Il est maintenant temps de passer aux amis non directement reliés au déroulé de cette thèse. Ne pouvant pas faire de messages individualisés pour tout le monde, je vais tout d'abord commencer par les remerciements généraux (vous verrez ci-dessous que ce n'est peut-être pas plus mal pour certains ahah).

Tout d'abord je remercie l'ensemble de l'équipe de chefs des néo-entrants MIASHS et notamment Artus, Ben (je reviens sur ton cas), Colas, Houssam, Jeanne, Maëva, Michel, PH. Malheureusement nous nous voyons maintenant que trop peu pour beaucoup, mais sans vous pas de MIASHS, sans MIASHS pas de Master, sans Master pas de Thèse. On s'en est plutôt tous pas mal sorti au final, des masters, des doctorats... C'était plutôt mal barré pourtant mdr. Affaire à suivre.

Merci à tous les autres MIASHS, en particulier au chef Isa, à CH et à Clément (t'es un MIASHS d'adoption). Isa, t'es forte chef, on court ensemble prochainement. Les deux autres, bah écoutez on va continuer à voir le PSG perdre inlassablement comme chaque année mdr, tel Sisyphe et son rocher.

Merci aussi à Sabrina, on se voit trop peu avec la distance mais merci d'être là depuis le Lycée, la future docteure c'est toi ! Merci à Arthur, quel plaisir d'être devenu plus fort que toi à Mario

Kart, hâte de se refaire une partie (et encore merci pour l'IUT). Pas merci à Anaëlle et au V évidemment. Pas hâte de vous revoir.⁶⁰ Merci aux potes du Ping (Coco, Jo).

Merci également à Zizou pour 98 et Mbappé pour 2018.

Passons maintenant au vif du sujet par ordre chronologique.

Merci The-Powerfull, aka Bertrance, aka Kévin. Merci pour tous les Donjons Blops, merci pour Insertion, merci pour les Foots, merci pour les théorèmes, merci pour la triche en cours mdr et merci pour tous les autres moments de plaisir (sauf la tête CSC en demi-finale du mondial CM1-CM2... heureusement qu'on a gagné aux penos).

Merci Paul & Guillaume pour votre soutien à toutes épreuves depuis tout ce temps, je n'accepterai évidemment plus aucune interaction sans me faire appeler "Docteur". Mais c'est pas possiiiiiiiiibbbllleeeeeee. Et pourtant si. Merci Guillaume d'être toujours là pour moi, merci pour les discussions. Pour des raisons évidentes de divers documents et vidéos en ta possession (cf. référence ci-dessus) je ne peux rien dire de compromettant ici ☺. Merci Paul d'être toujours là pour moi aussi, on va le gagner ce P25. Normalement tu sais te salir les malins quand il le faut (oui oui c'est bien ce à quoi vous pensez tous les deux) et pour gagner ce P25 il va falloir jouer sale.

Évidemment merci Ben, Bro, mon colloc. Merci pour ton soutien, sans toi ça n'aurait clairement pas été faisable tout ça, je te dois tellement. Merci d'être là pour moi. Merci pour les Risottos. Pas merci pour les ronds-points. Je ne t'aurais certes jamais mis 120 à Mario Kart comme évoqué dans tes remerciements de thèse, mais un rage-quit IRL vaut tous les 120 du monde <3 <3⁶¹. Bonne chance Léa, c'est à toi de t'en occuper maintenant !

On enchaîne avec la famille. Vous avez bien fait de lire jusque-là, le plus croustillant arrive tout de suite.

Merci Maxou⁶², je suis très heureux que tu aies été choisi par Maman et Papa, c'est mieux que le chien⁶³. Merci pour toutes les raclées (j'insiste sur ce terme⁶⁴) que j'ai pu (et que je vais) t'infliger au tennis chaque week-end et qui me permettent de repartir chaque Lundi avec un niveau de motivation maximal. Je ne comprends toujours pas comment tu as pu avoir une meilleure note que moi au bac de Philo, c'est vraiment inadmissible. Courage pour le concours,

⁶⁰ Pour tout lecteur non averti, ceci n'est pas un règlement de compte mais bien une blague.

⁶¹ Le prénommé Benjamin Camblor, auteur de la thèse "Exploitation du mouvement du robot pour améliorer la conscience de situation dans la collaboration humain-robot", thèse dans laquelle il m'attaque dans sa partie pourtant appelée "Remerciements", a effectivement quitté le salon suite à une défaite trop cuisante à Mario Kart ☺.

⁶² C'est mon petit frère.

⁶³ A 6 ans je m'ennuyais, j'ai demandé à mes parents un chien ou un/une frère/sœur.

⁶⁴ Invaincu en 7 ans de matchs.

tu vas le faire malgré ta bêtise. Note de l'auteur volontairement non mise en pied de page : Il met un slip sur sa veilleuse (oui, il a une veilleuse pour dormir) pour qu'elle ne brille pas trop. Merci aussi à Karine, Frédéric et Mayon, vous êtes ma famille maintenant. Merci Karine pour ton soutien et pour tes délicieux petits plats qui me font toujours autant plaisir ! Merci Mayon d'être ma 3^{ème} grand-mère préférée !

Merci Papa pour ton soutien, ton aide et ton amour. Un grand merci aussi pour toutes ces pages que tu as relues (et tes défaites au billard, cf. Maxou et la motivation du Lundi) ! Merci Papi Christian et Papi Yves pour m'avoir fait aimer le sport ainsi que pour toutes les activités que nous avons faites ensemble. Merci pour les billards (la motivation toujours⁶⁵), merci pour les foots, merci pour les tennis, merci pour la piscine, merci pour les vacances, merci pour Aytré Plage, merci pour le potager, merci pour le bricolage, merci pour votre amour, merci pour tout. Merci Mamie Maryse et Mamie Nicole, merci pour les couscous, merci pour les tiramisus, merci pour les tartes aux fraises, merci pour les gâteaux secs⁶⁶, merci pour les fêtes foraines, merci pour les histoires le soir, merci pour le jardinage, merci pour le Mahjong, merci pour le pendule (même si ça ne marche pas), merci pour votre amour, merci pour tout.

Enfin merci évidemment à ma petite⁶⁷ Maman de m'aimer et de me soutenir autant. Tu es toujours là pour moi, que ça aille ou que ça n'aille pas. Tu es toujours derrière moi, tout ce que je peux faire c'est grâce à toi. Merci à toute ma famille, j'ai une chance absolument incroyable de vous avoir, tout ça c'est grâce à vous, plein de gros bisous, je vous aime.

En parlant d'amour, je finis par la personne que j'aime le plus au monde, celle avec qui j'ai la chance de partager des moments de bonheur au quotidien. Je parle bien évidemment de Poppy mon chien⁶⁸. Mais non je parle bien évidemment de toi Anna, désolé la blague était trop tentante. C'est pour toutes les raclées que tu me mets à Mario Kart ou au jeu des mots⁶⁹. Plus sérieusement, merci mon amour d'être à mes côtés, de m'épauler, de me soutenir et surtout de m'aimer. Merci à ton maître de stage de M1. Merci pour les Figures. Merci pour nos discussions,

⁶⁵ Mon grand-père a gagné 2 parties de billard en 10 ans. Le pire c'est qu'il les a gagnées il y a 1 an, à 92 ans, et les deux d'affilées ! Chapeau l'artiste.

⁶⁶ Bon en vrai les gâteaux secs ils sont un peu trop secs quand même Mamie.

⁶⁷ Elle fait 1m57, ce n'est pas très grand. C'est à cause d'elle si je suis petit... Le saviez-vous ? Elle a suivi ma croissance mois par mois dans mon carnet de santé jusqu'à facilement mes 13/14 ans. Je rigole Maman, je t'aime <3. Mais bon 1m73 au tennis ça n'aide pas au service, donc si je fais des doubles fautes c'est de ta faute !

⁶⁸ Au passage gros bisous à Ninon (ce chat a 3 pattes mais vit sa meilleure vie), Léon (ce chat a survécu à 3 occlusions intestinales) et à Rosa (j'aurai mon galop 1).

⁶⁹ Word Blitz sur Facebook pour les plus curieux, je me fais foudroyer, ça m'est insupportable vous vous en doutez. Je perds actuellement 266 parties à 23, c'est bon pour vous ?

merci pour ton humour et pour ta bonne humeur, merci de me faire découvrir de nouvelles choses, merci d'être toi. Quelle chance j'ai de t'avoir. Je t'aime.

