

THÈSE DE DOCTORAT

Soutenue à Aix-Marseille Université
Le 19 novembre 2021

Eva Vives

Mécanismes cognitifs et psycho-sociaux impliqués dans l'apprentissage coopératif Jigsaw : études expérimentales en milieu scolaire

Discipline

Psychologie

Spécialité

Psychologie sociale et cognitive

École doctorale

ED 356, Cognition, Langage, Education

Laboratoire/Partenaires de recherche

Laboratoire de Psychologie Cognitive, UMR
7290, CNRS

Mission Monteil pour le numérique éducatif

Programme d'investissements d'avenir,
expérimentation ProFAN

Composition du jury

André TRICOT Rapporteur
Professeur, Université Paul Valéry Montpellier
Pascal BRESSOUX Rapporteur
Professeur, Université Grenoble Alpes
Céline BUCHS Examinatrice
Professeure, Haute Ecole Pédagogique de Lausanne
Yousri MARZOUKI Examineur
Maître de conférences, Aix-Marseille Université
Isabelle REGNER Directrice de thèse
Professeure, Aix-Marseille Université

Affidavit

Je soussignée, Eva Vives, déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique de Isabelle Régner, dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisés dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et de la charte d'Aix-Marseille Université relative à la lutte contre le plagiat.

Ce travail n'a pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire à un organisme examinateur.

Fait à Aix-en-Provence, le 22 septembre 2021



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Résumé

La classe Jigsaw est une méthode d'apprentissage coopératif basée sur l'interdépendance des ressources, qui a gagné en popularité depuis son développement à la fin des années 70. Cependant, ses effets sur les apprentissages et les résultats scolaires ne sont pas clairs, plusieurs études faisant état de résultats nuls. Dans une revue systématique de la littérature, nous abordons ces contradictions, d'une part sur les apprentissages et les performances scolaires en analysant les effets de Jigsaw dans différentes disciplines (sciences, langues et littérature, professionnelles), d'autre part sur un ensemble de variables psychosociales mesurant les motivations, les perceptions de soi et les attitudes en contexte scolaire. Face au manque de données empiriques vis-à-vis des mécanismes explicatifs des effets de Jigsaw sur les performances scolaires, nous avons testé le rôle de trois prédicteurs majeurs des apprentissages, en leur qualité de médiateurs et modérateurs potentiels des effets de Jigsaw. Dans le cadre de l'expérimentation nationale ProFAN, nous avons examiné les effets de Jigsaw en fonction des buts d'accomplissement de soi et de l'estime de soi, auprès d'une population d'élèves de lycées professionnels. Dans une étude ancillaire, conduite chez des étudiants de l'université, nous avons testé le rôle des capacités en mémoire de travail. Afin d'aller plus loin, nous avons étudié les effets de Jigsaw au niveau longitudinal, en examinant dans quelle mesure la méthode influençait les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi dans le cadre de l'étude ProFAN. Nos résultats ne confortent pas le rôle de médiateur des variables testées, mais confirment les effets de modulation attendus dans les deux études : comparativement à une méthode coopérative moins interdépendante, Jigsaw présente des bénéfices sur les performances scolaires, uniquement pour les élèves ayant une faible motivation à la performance, un faible niveau d'estime de soi, et de faibles capacités en mémoire de travail. Ces résultats montrent que la méthode Jigsaw peut être adaptée aux élèves vulnérables sans diminuer les performances des élèves les plus performants.

Mots clés: classe Jigsaw, apprentissage coopératif, interdépendance des ressources, buts d'accomplissement de soi, estime de soi, mémoire de travail

Abstract

The Jigsaw classroom is a cooperative learning method based on resource interdependence that has gained popularity since its development in the late 1970s. However, its effects on learning and academic outcomes remains unclear, with several studies reporting null findings. In a systematic review of the literature, we address these discrepancies. First, on academic achievement, by analysing the effects of Jigsaw in different disciplines (science, language and arts, vocational). Second, on a set of psychosocial variables measuring motivations, self-perceptions and attitudes at school. Given the lack of empirical findings regarding the explanatory mechanisms of Jigsaw's effects on academic achievement, we tested whether achievement goals, self-esteem and working memory capacity, three key predictors of learning, as potential mediators and moderators of Jigsaw effects. In the context of the national ProFAN experiment, we examined the effects of Jigsaw on achievement goals and self-esteem, among vocational high school students. An ancillary study, conducted among undergraduate students, tested the role of working memory abilities. To go further, we studied the effects of Jigsaw over time, by examining longitudinal trajectories of achievement goals and self-esteem in the ProFAN study. Our findings did not support the mediating role of our variables but showed the expected moderating effects in both studies: compared with less interdependent cooperative method, Jigsaw led to better grades only for students with lower performance approach-goals, lower self-esteem, or lower working memory. Our results show that the Jigsaw method can be adapted to vulnerable students, without decreasing the performance of high achievers.

Key words: Jigsaw classroom, cooperative learning, resource interdependence, achievement goals, self-esteem, working memory capacity

Remerciements

Ces remerciements seront peut-être longs, mais puisque l'on n'écrit pas des remerciements de thèse tous les jours...

Pour commencer, je souhaite remercier André Tricot, Pascal Bressoux, Céline Buchs et Yousri Marzouki, d'avoir accepté de faire partie de mon jury de soutenance de thèse et d'avoir consacré un peu de leur temps à la lecture de ce manuscrit.

Je tiens à remercier très sincèrement Jean-Marc Monteil qui a offert au très grand nombre de doctorants et de post-doctorants des projets ProFAN et eFRAN, l'opportunité de travailler sur des thématiques, à la croisée des mondes, dans le domaine de la recherche en éducation. Merci également à Alain Serré, à l'ensemble de l'équipe du LIMOS, aux enseignants et aux élèves des lycées professionnels, d'avoir participé à la mise en place de cette expérimentation titanesque. Toute ma gratitude va à Marie Demolliens, qui a porté le poids de ce projet avec une force herculéenne. Mes pensées vont aussi à mes collègues du projet ProFAN avec qui travailler de loin (et bien avant la démocratisation de la visioconférence) est souvent passé plus vite : Arnaud, Anaïs, Mathilde, Laurine, Nathalie, Ruben, et puis bien sûr à Pascal Huguet (maitre ès batterie), à Fabrizio Butera, à Pascal Bressoux, à Pascal Pansu, à Olivier Desrichard, à Céline Darnon, à Nicolas et Estelle Michinov, avec qui j'ai eu la chance d'interagir, de réfléchir et de collaborer de près ou de loin. Et je remercie Denis Caroti, qui en plus d'avoir collaboré avec notre équipe, m'a permis de m'initier à la zététique et de devenir membre du Cortecs.

Merci à ma directrice de thèse Isabelle Régner, d'avoir considéré, un matin de juillet, ma candidature sur ce poste de doctorante que j'ai occupé pendant quatre années. En me permettant de travailler sur ce projet de recherche, la boucle était bouclée : je pouvais enfin concilier dans le cadre de mes travaux mes deux passions scientifiques de toujours, la psychologie cognitive et la psychologie sociale. En travaillant avec Isabelle, j'ai appris que la discipline, la ponctualité et l'organisation sont (aussi) des valeurs dans le travail scientifique, qui offrent la plus grande liberté pour penser mieux, créer et tester. Isabelle est sans aucun doute l'une des directrices de recherche les plus dévouées à ses étudiants et à ses collègues dont l'une des principales qualités est d'être une pédagogue hors pair. Nos rapports ont toujours été très professionnels, mais je dois confesser que sur cette fin d'écriture de thèse, j'ai bien été souvent tentée de ponctuer nos appels par un ' bisous ! à plus tard'. Isabelle, tu avais raison : il y a de soi dans les buts de maîtrise-approche mais il y a aussi un peu surtout des autres. Et en l'occurrence, côtoyer un exemple de réussite est toujours très encourageant pour aller vers le mieux et pour aller plus loin.

L'ambiance de notre laboratoire est exceptionnelle, il faut le reconnaître. Les récents recrutements n'ont fait que contribuer à créer une atmosphère conviviale dans l'aile Ouest, et ce fut un réel plaisir de venir travailler dans un environnement aussi amical pendant mon doctorat et d'y rencontrer de belles personnes. Pour votre bonne humeur, vos blagues

étranges, votre soutien, et les conversations arrachées au temps, merci à mes collègues du laboratoire, devenus des amis depuis bien longtemps : Manon, Camille, Jean-Patrice, Mr Slas (pour les conseils avisés), Guillhème, et Yannick. Un immense *grazie mille* à mon collègue et ami Marco, sans qui cette thèse n'aurait pas été ce qu'elle est. Et puis il y a Kim, et il y a Laure. Le black book sait, le black book se souvient.

Merci aussi aux éternels, à ceux qui sont là depuis toujours, toujours prêts à aider (souvent dans l'urgence) et à se prêter au jeu d'une bonne blague : Stéphane Dufau, Loïc Bonnier, Jean-Baptiste Melmi et Felipe. Je tenais également à remercier d'anciens thésards du LPC, Clément Belletier, Marie Demolliens (encore vous !) et Thomas Hinault, qui ont accentué mon goût de la recherche - sans le savoir - pendant mes stages recherche, et lors de leurs propres soutenances de thèse.

Et puis comme chantait Dave Mustaine...

à tout le monde,

à tous mes amis,

je vous aime ...

Merci à mon père de n'avoir jamais remis en question à aucun moment de ma vie, mes choix de carrière, mes aspirations et mon désir de connaître. Tu as construit mon passé, j'espère contribuer à ton futur, déjà radieux. Toutes mes pensées vont à ma petite famille, Lynda et Yanis dont le soutien, l'empathie et les éclats de rire ont beaucoup joué pendant les périodes de doute et de démotivation. Yanis, tu es très.

Merci à mes amis, à tous mes amis, à mes meilleurs amis, à Thomas la seule et dernière forteresse, à Tiphaine pour son écoute attentive depuis mes débuts dans le projet, à Tanguy qui cent fois a accompagné ces allers-retours à Paris, à Fleur qui a tout fait basculer, à Alex dont la curiosité épistémique est aussi dévorante que son estomac, à Joshua pour les petits-déjeuners dans le train. Et cher Senseï ! Merci de m'avoir accompagné toutes ces années à l'Université, et pour nos échanges, qui resteront. Et puis il y a toi, qui brille comme un soleil, sur ta patrie pluvieuse et ton champ de cornichons, Maïté, tu as suivi tout mon parcours et m'a soutenue jusqu'aux dernières minutes. Et Valentin (pour son caractère de cochon, mais aussi parce qu'il est une muse scientifique au quotidien).

Enfin, et puisque les bonnes choses ont toujours une bonne fin, je remercie celui qui partage le rêve du brillant avenir et qui a traversé avec moi la moitié de ce périple scientifique. Ces pupilles terre de flamme, des contrées outre-atlantique, qui me font penser que oui, quarante ans de recherche ça n'est pas si mal.

*pour les élèves,
pour mon père J.M.*

Table des matières

Affidavit	3
Résumé	5
Abstract	6
Remerciements	7
Table des matières	11
Table des tableaux	14
Table des figures	15
Table des annexes.....	16
Introduction Générale.....	17
PARTIE THEORIQUE	23
CHAPITRE 1 – REVUE DE LA LITTERATURE JIGSAW : 40 ANS DE TRAVAUX PASSÉS AU CRIBLE.....	24
Résumé	24
Learning with Jigsaw : A systematic review gathering all the pieces of the puzzle 40 years later	26
CHAPITRE 2 – FACTEURS MEDIATEURS ET MODERATEURS DE L’APPRENTISSAGE COOPERATIF JIGSAW	90
2.1. Facteurs et mécanismes explicatifs des effets de Jigsaw	91
2.1.1. Mécanismes sous-jacents à l’apprentissage Jigsaw : les médiateurs connus.....	91
2.1.2. Déterminer pour quelle(s) population(s) Jigsaw fonctionne le mieux : modérateurs connus des effets de Jigsaw.....	93
<i>Effets de la méthode Jigsaw en fonction du niveau scolaire.....</i>	93
<i>A quel âge apprendre avec Jigsaw ?</i>	94
2.2. Une incursion dans la littérature hors Jigsaw : Quels facteurs en jeu pour une coopération efficace ?	95
2.2.1. <i>La composition des groupes.....</i>	95
2.2.2. Mécanismes cognitifs : Premières réflexions.....	97
2.2.3 L’hypothèse de Kirschner et al. : un espace en mémoire de travail collectif comme facilitateur du travail coopératif ?	98
Conclusion	102
CHAPITRE 3 – PROBLEMATIQUE.....	103
3.1. L’estime de soi.....	104

3.2. Les buts d’accomplissement de soi	107
3.3. Les élèves de lycée professionnel, une population d’étude inédite	109
3.4. Mémoire de travail et apprentissage	111
Conclusion	113
PARTIE EMPIRIQUE	115
CHAPITRE 4 – L’EXPERIMENTATION NATIONALE PROFAN ET MESURES DE LA QUALITÉ DE L’IMPLEMENTATION	116
4.1. Présentation du dispositif expérimental ProFAN : une expérimentation de terrain inédite pour tester et comprendre les effets de Jigsaw sur les performances académiques	116
Participants.....	117
Procédure	119
Matériel pédagogique.....	121
Déroulement temporel	121
Mesures	121
4.2 Elaboration et utilisation d’indicateurs ad-hoc mesurant la qualité de l’intervention ProFAN	125
4.2.1 Indicateur de l’implémentation du dispositif : Grilles d’observation à l’usage des enseignants	125
4.2.2 Interview des référents académiques	131
4.2.3 Les filtres de variabilité intra-individuelle : comment révéler des patterns de réponses non-aléatoires.	132
Résumé des données analysées dans le cadre de nos travaux.....	132
CHAPITRE 5 – EFFETS DE L’APPRENTISSAGE COOPERATIF JIGSAW SUR LES PERFORMANCES SCOLAIRES EN FONCTION DES BUTS D’ACCOMPLISSEMENT DE SOI ET DE L’ESTIME DE SOI.....	134
5.1. Participants et données analysées	134
5.2. Rappel de quelques éléments clés de la procédure PROFAN	135
5.3. Mesures	136
5.4. Rappel des hypothèses	138
5.5. Stratégie analytique.....	142
5.6. Résultats	146
5.6.1. Buts d’accomplissement de soi	146
5.6.2. L’estime de soi	152
5.7. Discussion intermédiaire.....	156
Résumé du chapitre	159

CHAPITRE 6 – ETUDE ANCILLAIRE AU DISPOSITIF PROFAN : ROLE DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL LORS DE L’APPRENTISSAGE COOPERATIF JIGSAW.....	160
Résumé	160
Inside the cooperative learning black box : Uncovering the relationship between working memory and performance in the Jigsaw classroom.....	162
Chapitre 7 – Evolution des buts d’accomplissement de soi et de l’estime de soi au cours du temps en fonction de l’apprentissage Jigsaw	195
7.1. Participants et données analysées	196
7.2. Hypothèse longitudinale : évolution de la structure des buts d’accomplissement et de l’estime de soi au cours du temps.	198
7.3. Mesures	198
7.4. Stratégie Analytique.....	199
7.5. Résultats	200
7.5.1 Buts d’accomplissement de soi	200
7.5.2 Estime de soi	203
7.6. Discussion intermédiaire.....	206
Résumé du chapitre	208
CHAPITRE 8 – DISCUSSION ET PERSPECTIVES.....	209
8.1. Résumé des résultats	209
8.2. Implications théoriques	211
8.2.1. <i>Jigsaw ou l’effet d’équité pédagogique</i>	211
8.2.2. <i>Réponse à deux critiques formulées vis-à-vis de l’apprentissage avec Jigsaw</i>	212
8.2.3. <i>Absence d’effet de Jigsaw sur les buts d’accomplissement de soi et l’estime de soi</i>	214
8.2.4. <i>Vers une réinterprétation du but de maîtrise-évitement, le laissé-pour-compte de la théorie des buts d’accomplissement</i>	215
8.3. Implications pratiques.....	216
8.3.1. <i>Utiliser tout ou partie de Jigsaw en classe ?</i>	216
8.3.2. <i>L’exemple de l’expérimentation ProFAN : freins et leviers à la conduite d’essais randomisés de grande envergure en milieu scolaire</i>	216
8.3.3. <i>Limites de l’expérimentation ProFAN</i>	217
Conclusion	219
Références bibliographiques	220
ANNEXES.....	233

Table des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques démographiques des participants de l'échantillon ProFAN	115
Tableau 2. Options de réponses sur la grille d'implémentation de l'organisation de travail, à destination des enseignants du dispositif ProFAN	124
Tableau 3. Tailles d'échantillons pour les analyses de modération et médiation	132
Tableau 4. Paramètres et intervalles de confiance du modèle de médiation pour les buts d'accomplissement de soi	148
Tableau 5. Paramètres et intervalles de confiance du modèle de médiation pour l'estime de soi	152
Tableau 6. Statistiques descriptives et tailles d'échantillon des modèles longitudinaux portant sur les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi	194
Tableau 7. Paramètres du modèle longitudinal des buts d'accomplissement de soi	199
Tableau 8. Paramètres du modèle longitudinal de l'estime de soi	202

Table des figures

Figure 1. Qualité de l'implémentation de la méthode Jigsaw, en mathématiques	126
Figure 2. Qualité de l'implémentation de la méthode Jigsaw, en français	126
Figure 3. Qualité de l'implémentation de la condition coopérative G2, en mathématiques ..	127
Figure 4. Qualité de l'implémentation la condition coopérative G2, en français	127
Figure 5. Modèles de modérations et de médiations des effets de Jigsaw sur la performance scolaire par les quatre buts d'accomplissement de soi	140
Figure 6. Modèles de médiation des effets de Jigsaw sur la performance scolaire par les quatre dimensions de l'estime de soi	141
Figure 7. Moyennes caractérisant les profils motivationnels des élèves au Temps 1 et au Temps 2 de l'expérimentation	143
Figure 8. Interaction entre la condition d'apprentissage et le niveau du but de performance-approche sur la performance en mathématiques	145
Figure 9. Relation linéaire négative entre le niveau de maîtrise-évitement et la performance en mathématiques au premier trimestre.	146
Figure 10. Moyennes caractérisant l'estime de soi perçue des élèves au Temps 1 et au Temps 2 de l'expérimentation	149
Figure 11. Interaction entre la condition d'apprentissage et l'estime de soi globale sur la performance en mathématiques.....	150
Figure 12. Représentation graphique du modèle de panel croisé-décalé testant l'évolution des buts d'accomplissement au cours du temps	196
Figure 13. Trajectoires des quatre buts d'accomplissement au cours de l'expérimentation ProFAN.	198
Figure 14. Représentation graphique du modèle de panel croisé-décalé testant l'évolution de l'estime de soi au cours du temps.....	200
Figure 15. Trajectoires de l'estime de soi au cours de l'expérimentation ProFAN.	201

Table des annexes

Annexe 1 – Liste des échelles mesurant les composantes psycho-affectives dans le questionnaire-élève (expérimentation ProFAN)	230
Annexe 2 – Echelle mesurant les buts d’accomplissement de soi	233
Annexe 3– Echelle mesurant l’estime de soi	236
Annexe 4 – Exemple de compte-rendu chercheurs lors les visites des équipes dans les établissements (expérimentation ProFAN)	238
Annexe 5 – Exemple de consignes pour l’organisation pédagogique d’une séquence en mathématiques (expérimentation ProFAN)	243
Annexe 6 – Grille d’interview pour les référents académiques (expérimentation ProFAN)	248
Annexe 7 – Grille d’observation Post-Séquence Maths (expérimentation ProFAN)	254
Annexe 8 – Résultats des tests de l’invariance de la mesure au cours du temps pour les échelles mesurant les buts d’accomplissement de soi et l’estime de soi	247
Annexe 9 – Table S1. Overview of the 58 included articles in the review	257

Introduction Générale

« Le service public de l'éducation [...] contribue à l'égalité des chances et à lutter contre les inégalités sociales et territoriales en matière de réussite scolaire et éducative. Il reconnaît que tous les enfants partagent la capacité d'apprendre et de progresser. Il veille à l'inclusion scolaire de tous les enfants, sans aucune distinction. Il veille également à la mixité sociale des publics scolarisés au sein des établissements d'enseignement ». Article L111-1 du code de l'éducation.

Depuis les lois Jules Ferry (1881-1882), le système scolaire français a connu une très forte évolution, marquée par des réformes qui ont participé à la fois de sa superbe, mais également de sa mise en échec. Sous l'impulsion de la Vème République, l'école publique a pour vocation de garantir la mixité sociale au sein des établissements, dans l'optique de favoriser la réussite de tous les élèves. Pourtant l'absence de ségrégation scolaire semble relever de l'ambition. « Non, l'école française ne garantit pas l'égalité des chances » titre Libération le 12 mai 2010. Six ans plus tard, le rapport PISA classe la France 35e sur 37, soit l'un des pays les plus inégalitaires de l'OCDE en termes d'éducation. Des phénomènes de ségrégation sociale et scolaire favorisent les écarts de performance en lecture, en mathématiques et en sciences, rapportés dans ces classements internationaux. Aujourd'hui peut-on mieux faire et si oui comment ?

Donner les moyens à tous et à toutes de réussir à l'école a constitué l'un des objectifs pédagogiques majeurs que les pédagogues et enseignants Célestin Freinet (1896-1966) ou Francisco Ferrer avant lui (1859-1909), avaient décidé d'atteindre pendant leur temps de classe. Les propositions de pédagogies alternatives, coopératives et centrées sur l'élève sont en effet l'une des réponses possibles au désir d'instaurer l'égalité (voire l'équité) en classe. Elles font de l'élève le maître de ses apprentissages en sortant du traditionnel canon maître-élève. Certaines de ces interventions pédagogiques ont été appliquées avec succès, et l'une d'entre elles nous emmène outre-Atlantique.

Aux Etats-Unis, la mixité sociale au sein des établissements scolaires se met en place à la suite d'un projet de loi (le *Brown v. Board of Education*, 1954), visant à établir la déségrégation de l'école, officialisé par la Cour Suprême sur l'ensemble du territoire, mais

instauré non sans heurts dans les états du Sud. C'en était donc fini de la parade « *separate but equal* » qui sévissait depuis 1896. Les élèves de toute origine sociale ou culturelle devaient bénéficier d'un accès identique à l'instruction publique. En théorie. Alors que les classes se diversifiaient, et que les élèves issus de la majorité blanche caucasienne côtoyaient les élèves issus des minorités culturelles (noirs-américains et mexicains), les préjugés et les discriminations culturelles continuaient de flamber. La mise en place d'un système égalitaire et progressiste à l'Ecole laissait en effet ouverte la question de son opérationnalisation : en l'absence de règles formellement établies pour encadrer ces nouvelles mesures visant l'abolition progressive de la ségrégation, le niveau de conflits intergroupes a augmenté, générant une anxiété croissante dans la population.

C'est en réponse à ces événements, et forts des travaux du psychologue États-Unien Gordon Allport portant sur l'origine des préjugés, que des psychologues sociaux interviennent dans les écoles nord-américaines afin de mettre en place des recherche-actions qui se caractérisent par l'introduction de changements dans un système social en crise (Lewin, 1944). C'est donc aux États-Unis, plus précisément au Texas, au milieu des années 70, que débute l'histoire de la classe Jigsaw (i.e., la classe « puzzle »), dans un contexte d'apprentissage parfois hostile, marqué par des décennies de luttes contre les inégalités culturelles. Eliott Aronson et son équipe (1975, 1978, 1979) vont ainsi apporter une contribution majeure dans le monde de la recherche en éducation. En développant une nouvelle façon de travailler en classe, constituée de petits groupes d'élèves, les chercheurs appliquent de manière concrète l'ensemble des conditions qui régissent l'hypothèse du contact (Allport, 1954) : les élèves disposent de statuts égaux, la coopération est encouragée (entre les membres d'un groupe et entre les groupes sociaux), un soutien social et institutionnel est désigné (e.g., une autorité représentée par l'enseignant), et la poursuite de buts communs (en donnant au groupe des objectifs à atteindre ensemble).

La méthode Jigsaw s'insère également dans les logiques de la théorie de l'interdépendance sociale (Deutsch, 1949), qui postule que dans une situation de coopération (ou de compétition), les actions d'un individu ont à la fois des conséquences pour lui mais aussi sur les actions d'autrui (Johnson & Johnson, 2009). Jigsaw fait ainsi partie d'un ensemble de méthodes coopératives développées dans les années 80, qui favorisent les relations d'interdépendance positive entre les élèves. On parle d'interdépendance positive lorsque les membres d'un groupe qui partagent des buts communs, sont dépendants les uns des autres pour atteindre leurs objectifs (ou réussir une tâche). La méthode Jigsaw est structurée de telle sorte

à ce que les membres d'un groupe ne puissent réussir que si leurs pairs réussissent (une tâche, l'acquisition de connaissances, *etc.*).

En raison de ces caractéristiques, Jigsaw a par la suite fait l'objet de plusieurs séries d'études expérimentales conduites sur le terrain, auprès d'enfants scolarisés dans des classes « mixtes », nouvellement constituées. L'une des retombées les plus positives de la méthode, congruente avec les hypothèses des chercheurs, est une réduction des attitudes discriminatoires au sein des classes (Aronson et al., 1978 ; Blaney et al., 1977). Des comportements prosociaux vis-à-vis des élèves les moins favorisés sont observés parmi la majorité « blanche », rendus possibles grâce aux multiples interactions nécessaires dans l'apprentissage Jigsaw. Non seulement les interventions dans des écoles du Texas conduisent à des améliorations manifestes au sein des classes (changement du climat de classe, réduction des préjugés inter-groupes, amélioration des performances scolaires), mais viennent aussi conforter l'idée que simplement « mettre ensemble » ne garantit pas l'acceptation d'autrui (Aronson & Patnoe, 2011).

Fortement valorisée dans les milieux académiques et scolaires, Jigsaw est fréquemment présentée comme une transition réussie entre le monde de la recherche fondamentale et le monde de l'éducation. Pourtant, la faible quantité et parfois la moindre qualité des travaux empiriques allant dans le sens des résultats princeps, nous poussent à nous interroger sur les conditions d'efficacité de cette méthode et sur les mécanismes cognitifs et psychosociaux sous-jacents. L'objectif de notre travail de thèse est ainsi de répondre à un ensemble de questionnements, à savoir : *quand*, *pour qui*, et *comment* la méthode Jigsaw fonctionne-t-elle ?

Nos recherches s'inscrivent dans le cadre du dispositif expérimental national ProFAN, une étude à grande échelle conduite au sein de la Mission Monteil pour le numérique éducatif (Programme d'investissements d'avenir, expérimentation ProFAN). L'un des objectifs principaux du projet était de contribuer à la réussite académique et de développer un ensemble de compétences sociales chez des élèves de lycées professionnels en mettant en place de nouveaux scénarios pédagogiques. Ceci, via le déploiement d'un large dispositif expérimental dans 107 établissements partenaires (10 académies). La méthode Jigsaw a ainsi été sélectionnée et implémentée pour contribuer au développement de ces compétences, mesurées à l'occasion de plusieurs vagues expérimentales.

Le premier chapitre de cette thèse est consacré à établir quels sont à ce jour, les effets identifiables de la méthode Jigsaw sur la cognition, et présente les résultats d'une revue exhaustive de la littérature, qui compile près de 40 ans de travaux empiriques en une synthèse

critique. Ainsi, nous répondons dans cette revue quantitative à plusieurs questions laissées en suspens dans la littérature, en investiguant les effets de Jigsaw sur les performances scolaires et sur un ensemble de facteurs psychosociaux (e.g., perceptions de soi, motivation). Notre travail de synthèse (N=151 *articles*) contribue également à identifier certains facteurs potentiellement responsables du succès de la classe Jigsaw (modérateurs et médiateurs). A l'issue de notre travail de revue, le constat est sans appel. Bien que la méthode Jigsaw présente des intérêts théoriques et pédagogiques forts, la littérature scientifique mobilisée dévoile un ensemble de travaux empiriques dont les résultats sur les performances scolaires et sur les variables psychosociales sont des plus disparates. En outre, un grand nombre d'études présentent des failles sur les plans méthodologique et statistique. Qui plus est, l'investigation de mécanismes psychologiques sous-jacents à la réussite avec Jigsaw, constitue une question subsidiaire à ces travaux, dont les objectifs reflètent une recherche davantage axée sur les *résultats* que sur les *processus*. Ce dernier point illustre la nécessité de conduire des travaux pouvant concourir à identifier sous quelles conditions et par quels mécanismes la méthode Jigsaw peut avoir des effets bénéfiques sur les performances scolaires des élèves, afin de clarifier les effets (discordants) observés dans la littérature.

Nous présentons ensuite dans le chapitre 2, l'état des connaissances sur les relations existantes entre un ensemble de facteurs habituellement impliqués dans les apprentissages scolaires et les situations coopératives, facteurs à l'interface de deux disciplines, la psychologie sociale et la psychologie cognitive. Dans le chapitre 3, nous formulons notre problématique de recherche, alimentée par notre travail de synthèse sur les effets de Jigsaw en milieu scolaire et professionnel. Nous pensons que les effets de la méthode gagnent à être examinés au regard de trois facteurs hautement prédictifs de la réussite dans les apprentissages scolaires : les buts d'accomplissement de soi, l'estime de soi et la mémoire de travail, qui reflètent respectivement la motivation à réussir, l'image de soi, et les processus cognitifs de haut-niveau. Bien que mentionnés, voire mesurés en tant que variables dépendantes dans quelques rares travaux empiriques (à l'exception de la mémoire de travail qui n'a jamais été étudiée dans ce cadre), ces facteurs constituent une piste d'étude prometteuse afin de clarifier *quand, pour qui, et comment* la méthode Jigsaw fonctionne.

Dans le chapitre 4, nous présentons le protocole de l'expérimentation nationale ProFAN, conduite auprès des élèves de lycées professionnels, et nous traitons également d'un point essentiel dans la conduite d'essais randomisés sur le terrain : l'opérationnalisation de la qualité de l'implémentation dans les études longitudinales. Afin de clarifier les résultats

contradictaires présents dans la littérature, nous examinons dans la partie expérimentale le rôle de deux catégories de facteurs (psychosociaux et cognitifs), en testant les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi (chapitre 5), puis les capacités en mémoire de travail (chapitre 6) en leur qualité de médiateurs (facteur psychologique explicatif) et modérateurs (facteur modulant la relation entre deux variables) potentiels des effets de Jigsaw sur les performances scolaires. Afin d'aller plus loin, nous étudions dans le chapitre 7 les effets de Jigsaw sur le long terme, en examinant dans quelle mesure la méthode influence la structure des buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi, deux facteurs psychosociaux susceptibles d'évoluer en raison de l'exposition répétée à l'interdépendance sociale. Puisque le travail en classe Jigsaw peut entraîner une période d'adaptation et de familiarisation pouvant aller jusqu'à dix semaines (Aronson et Patnoe, 2011), l'examen des effets de Jigsaw au cours du temps est d'autant plus légitime pour d'observer d'éventuels changements sur les perceptions que les élèves se font d'eux et de leur réussite, perceptions intrinsèquement liées au contexte social de l'apprentissage.

Pour conclure, nous discutons au chapitre 8 des résultats de l'ensemble de nos travaux expérimentaux, dont les contributions sont à la fois théoriques pour le domaine de l'apprentissage coopératif, mais également pratiques, pour le champ de la recherche en éducation. La méthode Jigsaw apparaît comme une pédagogie efficace chez les élèves les plus fragiles sur différentes dimensions liées à leur motivation scolaire, leur image de soi, et certaines habiletés cognitives, et peut contribuer à instaurer une certaine forme d'équité en classe, en donnant « une chance » aux élèves en difficulté. Sur la base de ces résultats, nous présentons plusieurs implications concrètes pour l'utilisation de Jigsaw en tant qu'outil pédagogique. Pour finir, nous abordons les limites de la méthode Jigsaw et de nos travaux, et dans une plus large mesure, les freins et leviers à la conduite d'essais randomisés en milieu éducatif.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 1 – REVUE DE LA LITTÉRATURE JIGSAW : 40 ANS DE TRAVAUX PASSÉS AU CRIBLE

Adapté de Vives, E., Poletti, C., Robert, A., Huguet, P., le consortium ProFAN & Régner, I. (en préparation pour la revue *Review of Educational Research*). *Learning with Jigsaw: A systematic review gathering all the pieces of the puzzle 40 years later.*

Résumé

Afin de mieux comprendre les effets de la méthode Jigsaw sur l'apprentissage, les relations-interpersonnelles et les auto-évaluations des élèves, nous avons réalisé une revue systématique de la littérature portant sur l'intégralité des travaux empiriques réalisés entre 1976 et 2018. Bien que la littérature sur la classe Jigsaw soit abondante (et internationale), il n'existe à notre connaissance aucune revue critique ou méta-analyse ayant synthétisé les effets de cette technique sur les comportements et les résultats scolaires. La présente revue répond ainsi à un certain nombre d'interrogations concernant la méthode Jigsaw qui n'ont jamais été abordées dans les travaux précédents.

La première partie de la revue est consacrée à donner des éléments de définition de Jigsaw, d'un point de vue historique et pragmatique : ses caractéristiques, ses différences avec d'autres formes d'apprentissage coopératif, et ses développements conceptuels au cours du temps y sont détaillés. La seconde partie de la revue synthétise l'ensemble des résultats issus des travaux empiriques. Deux objectifs principaux, guidés par nos questions de recherche (*quand, pour qui, et comment* la méthode Jigsaw fonctionne-t-elle) ont structuré cette partie. Premièrement, déterminer la direction des effets de la méthode Jigsaw sur deux catégories de variables : d'une part sur les apprentissages et les performances scolaires, en analysant les effets de Jigsaw dans différentes disciplines (sciences, langues et littérature, professionnelles), d'autre part sur un ensemble de variables psychosociales mesurant les motivations, les perceptions de soi et les attitudes en contexte scolaire. Deuxièmement, éclaircir les zones d'ombre de la littérature, en identifiant les facteurs médiateurs (les mécanismes ou processus qui expliquent les effets de Jigsaw) et modérateurs (pour qui et dans quelles circonstances la méthode conduit à des effets bénéfiques) de l'apprentissage avec Jigsaw. Les résultats des études incluses dans

cette synthèse (N=59) sont reportés et discutés en fonction des interprétations données par les auteurs. Enfin, les problèmes rencontrés dans cette littérature sont soulevés (inconsistances en termes de résultats, failles méthodologiques et statistiques), et plusieurs pistes de recherche et implications pratiques sont présentées en discussion.

Running head: Jigsaw classroom: A review

Learning with Jigsaw : A systematic review gathering all the pieces of the puzzle 40 years later

Eva Vives¹, Céline Poletti², Anaïs Robert³, Pascal Huguet³,

Anatolia Batruch, Marinette Bouet, Pascal Bressoux, Genavee Brown, Fabrizio Butera, Carlos Cepeda, Celine Darnon, Marie Demolliens, Olivier Desrichard, Anne-Laure De Place, Theo Ducrot, Luc Goron, Pascal Huguet, Eric Jamet, Ruben Martinez, Vincent Mazenod, Nathalie Mella, Estelle Michinov, Nicolas Michinov, Pascal Pansu, Laurine Peter, Benoit Petitcollot, Mathilde Riant, Camille Sanrey, Arnaud Stanczak, Farouk Toumani, Emilio Visintin

& Isabelle Régner¹

¹Aix-Marseille Université, CNRS, LPC, 13331, Marseille, France

²Institut de Psychologie, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse

³University of Clermont Auvergne, CNRS, LAPSCO, Clermont-Ferrand, France

Corresponding authors : Eva Vives, eva.vives@univ-amu.fr, and Isabelle Régner,

isabelle.regner@univ-amu.fr, Laboratoire de Psychologie Cognitive, Aix-Marseille

Université, Site St-Charles, Case D, 3 Place Victor Hugo, 13331 Marseille Cedex 3, France.

Learning with Jigsaw:

A systematic review gathering all the pieces of the puzzle 40 years later

Since the eighties, cooperative learning emerged as an alternative teaching method to the traditional teacher-centered instruction (also known as lecturing or passive learning), with beneficial effects on both academic performance and peer-relationships (see Johnson et al., 1981; Roseth et al., 2008; Springer et al., 1999, for meta-analyses). Among the various cooperative learning methods (Johnson et al., 2000), one of them, the Jigsaw Classroom (Aronson et al., 1978), has been largely promoted in the last 40 years. Aronson et al. (1978) developed the Jigsaw Classroom as a non-competitive, peer-learning technique based on both positive interdependence between group members and individual accountability. Jigsaw has then grown in popularity for its supposed ability to reduce racial conflict and inequalities among students and to promote better academic motivation and achievement. However, Roseth et al. (2019) noticed some contradictory findings, raising the possibility that the effectiveness of Jigsaw classroom had been overstated.

The aim of the present paper was to provide the first exhaustive review of experimental studies testing for the effects of the Jigsaw cooperative learning in the classroom. The aim of this review was to examine effects of Jigsaw on learning and academic performance, and second, to examine its effects on determining psychosocial factors for students' learning. Finally, we discuss limitations, practical implications, and avenues for further research regarding the Jigsaw method.

Background: A brief history of Jigsaw Classroom

When was Jigsaw classroom born?

In 1954, the US Supreme Court ruled that school segregation was unconstitutional and created a legal requirement for integration of public schools, meaning that ethnic minority (mainly Black and Hispanic) and white students should be taught together in the same class. However, transition to integrated schools was a long and difficult process, with intergroup contact leading to racial hostility and conflicts within the classroom. Putting together people from minority and majority groups does not necessarily reduce conflicts and tensions. As highlighted by Allport's (1954) contact hypothesis, key conditions are required so that intergroup contact can lead to improvement in intergroup relations: Equal status, support by institutional authorities, pursuit of common goals, and intergroup cooperation. Relying on this contact hypothesis, American social psychologist Eliot Aronson and his collaborators (1978) developed a cooperative learning method to reduce racial conflict in the classroom: A non-competitive way to learn pedagogical contents, based on social interdependence and individual accountability. The *Jigsaw Classroom* was born.

What is Jigsaw classroom?

The Jigsaw classroom is a highly structured cooperative learning method that consists in dividing the content of a lesson among the students (just like a jigsaw puzzle) and structuring students' interactions in small groups following a four-step organization (see Figure 1). First, the whole classroom is divided to form groups of 4 to 6 members (i.e., called "home groups" or "jigsaw groups") and an academic material (e.g., a scientific paper) is divided by the teacher into as many pieces as students in the home group (e.g., for a 4 members' group: Introduction, Method, Results, and Discussion parts). As suggested by Aronson & Patnoe (2011, p. 25), to

get the opportunity “to work with a greater variety of students”, an optimal group is a diverse group of students (based on sex, ethnicity, abilities), however, teacher may have discretion to compose groups regarding his/her knowledge of student’s academic levels and relationships among students in the classroom. Second, each academic segment (e.g., the Introduction part) is assigned to one and only one student in the home group, who must examine his/her segment individually to become familiar with it. Third, with formation of “Expert groups”, students can interact with those who were assigned the exact same segment in order to master the content and discuss about how to teach it adequately to its home group. This step is supposed to promote understanding of the academic content and self-confidence. Fourth, each student goes back in his/her initial home group to teach the other group members about the piece of information previously learnt. This part is about transmission of knowledge to the classmates as to get the whole lesson: ‘the pieces of a jigsaw puzzle must be put together for any of the students to learn the whole picture’ (Aronson & Bridgman, 1979, p. 441). Finally, an individual quiz assesses each student knowledge and understanding of all the segments of the lesson (in our example, the full paper). Even if learning is operating within group, no collective test neither group grade is expected at the end of Jigsaw. This is the Jigsaw method as originally developed by Aronson et al. (1978).

The cornerstones of Jigsaw Classroom

Jigsaw is a student-centered learning method that involves group activities and effortful teamwork generally characterized by 4 main features (e.g., Aronson & Patnoe, 2011; Johnson & Johnson, 1999; Ashman & Gillies, 2003; Slavin, 1979): positive interdependence, peer-tutoring, individual accountability, and absence of competition. First, positive interdependence refers to the extent of how one’s actions influence each other’s outcomes. During Jigsaw activity, students share the same goals and reach them as a group: They cooperate and interact

to get the information about an administered material to be learnt. The pedagogical content division directly drives resource interdependence. Material is split in as many parts as students in the groups, which requires a bit of organization and conceptualization from the teacher before starting classroom activities (the home group step in particular) because lessons must be designed in order to be dismantled afterwards. Aronson and Bridgeman (1979) explained that material division is an essential prerequisite for students to be made Experts in the second step of the procedure.

PART 1. HOME GROUP (material and contents familiarisation)



PART 2. EXPERT GROUP (deep learning)



PART 3. JIGSAW GROUP (teach each other material)



Figure 1. Main stages of the Jigsaw classroom. Circles represent groups, each colour represents one student in the group. Individual quiz can follow the last stage (optional).

Second, peer-tutoring is the reason why Jigsaw is so called 'active learning', a 'student-centered method', a 'student-to-student method', or even a 'student-as-teacher method'. This is a form of teaching setting where children act as surrogate teachers and whose aim is the transmission of knowledge (see Falchikov, 2001, for a review about peer-tutoring). Role-taking is well-defined, as each student is alternately learner and teacher. Peer-tutoring occurs in the last part of the procedure, when students form the Jigsaw (home) group to teach each other what they learnt during both individual and expert phases. Furthermore, task specialization within Expert group phase is closely related to individual accountability as students share ideas, questions, justifications, and arguments to teach each other. Becoming an expert means also to become an asset for his/her own group.

Third, individual accountability refers to one's responsibility to achieve his/her own work. As the contribution of every learner is necessary and indispensable for the group to achieve success, group members must perform individually as high as they can, because *in fine*, that is the sum of all individual contributions which matters. Thus, individual accountability helps to prevent leadership, free riders, and social loafing phenomena during group work because everyone gets a well-defined role identity. For Johnson and Johnson (1999), one way to ensure individual accountability is by assessing individual performance right after cooperative learning (e.g., quiz). It is worth noting that during Jigsaw activity, students cannot rely only on the other group members to get their work done.

Finally, and on the grounds of the social interdependence and individual accountability, Jigsaw is a non-competitive learning method. In order to enhance optimal interactions among group members, competition cannot be elicited during the different steps of the activity. Rather, cooperation is advocated and rendered necessary to learn the materials and achieve personal success.

Ultimately, what does make Jigsaw so special compared to other instructional cooperative learning methods? Unlike other cooperative methods which were popular at the same period and share common characteristics such as task specialization, peer learning or even expert groups (e.g., Team-Games-Tournaments, Learning Together, Group Investigation), the Jigsaw method is distinguished by two unique features. First, the presence of an individual reward instead of a collective one (i.e., individual quiz) while the main other techniques also offer a group reward for individual learning. Indeed, Aronson's official guidelines do not intend to collect any group performance after Jigsaw activity (Aronson & Patnoe, 2011): Jigsaw starts individually and comes to an end also individually. Second, the division of the pedagogical contents, inextricably linked to positive interdependence, that promotes students working on complementary information instead of identical information. It is precisely these two features that make Jigsaw a total outsider technique. Researchers further provided suggestions to strengthen efficiency of the method in the classroom. In the next section, we present some of these changes in Jigsaw technique original foundations.

Jigsaw tweaks and evolution

Six versions of the Jigsaw classroom have been proposed with the idea to strengthen some features of the method. One should notice that collecting information about these versions was a tedious work due to lack of details, and misleading citations and references.

The very first modification was introduced by Slavin (1980b) in the Jigsaw II version. Two important changes were made, the rest of the class remaining the same. First, not only one part but the whole content of the lesson is given to each team member (e.g., full book or chapter, text), then regular Expert groups are run as in original Jigsaw. This, to create "a less extreme form of specialization", so that students do not depend absolutely on one another (Slavin, 1983, p.33). Second, a team score is given to every group, summing up individual scores and

contributing to a collective grade (i.e., reward-interdependence). For Slavin (1983), the introduction of a group-reward is an incentive for cooperation that can enhance interdependence among group members, and also a way to introduce challenging competition between groups in the classroom.

Jigsaw III (Stahl, 1994) consisted in implementing a test review process before the individual assessment. Further details are required about this version that has been hardly used. In Jigsaw IV, three main changes were added by Holliday (2000). An introduction of the content (i.e., teacher's lectures), quizzes after Expert and Jigsaw phases to ensure understanding and accuracy of the knowledge, and finally an optional "re-teaching" phase that could be realized by the teacher after the individual assessment (see Jansoon et al., 2008, for Jigsaw IV fully described steps).

Later, Reverse Jigsaw (Hedeen, 2003) and Subject Jigsaw (Doymuş, 2007) have been released. Hedeen (2003)'s adaptation is quite similar to the original Jigsaw (home and expert phases), but the Jigsaw phase is replaced with a whole class presentation, and a "Group reporter" - chosen by Expert group members - has to make a report about their own expert topic to the whole class. In contrast, Subject Jigsaw is more complex as both "subjects and students are jigsawed" (Doymuş, 2010). First part of this activity involves students to work on the same subject (no division of the work but similar subtopic of the lesson), then they have to present the class their group work. In a second part, new groups are formed: Two or three subjects are brought together (e.g., two students of each subtopic interact) and then, students are asked to make another presentation to the class. Finally, in the third phase, students do whole-class presentations of what they had learned. Consequently, there is no traditional Experts phase' in the Subject Jigsaw version, and instead the different subtopics of the lesson are gathered. Original, Jigsaw and Jigsaw II are the most used versions of the method whereas the others (Jigsaw III, Jigsaw IV, Reverse Jigsaw, and Subject Jigsaw) seem to have been used and tested

only by their developers. Our review will provide an overview of the findings that have tested either the original version of Jigsaw or any of the other versions.

Collaboration or cooperation?

Readers must be cautioned that these two concepts are frequently mistaken in the educational literature. Although cooperative learning can be considered as a form of collaboration, differences between these notions are obvious (see Kyndt et al., 2015). On the one hand, collaboration is related to a personal mindset that goes with the philosophical idea that ‘unity is strength’ and rely on trustworthiness in the abilities of group members. Hence, collaboration is not only a classroom technique and can occur in various situations where the people come together such as professional sectors, educational programs, or even familial contexts. Authority must be shared between group members and actions are made as one fellow: Collaborative group achieves success by sharing, constructing, and adjusting their knowledge and efforts together. On the other hand, cooperative learning can be described as a structure of interaction capable of being used at any grade level and in most school subjects (Slavin, 1985). Indeed, structuration is *the sine qua none* condition of cooperation: Every individual is assigned a specific role and mission. According to the cooperative strategy applied (see Slavin, 2012, for a brief review of structured team learning), goals might be shared between individuals and each group member is responsible of one specific task (i.e., succeed the mathematics task together depends on my own personal efforts). Moreover, authority is embodied by the teacher, which intervene briefly to introduce the pedagogical contents and a little during the group work. In that respect, Jigsaw can be considered as a cooperative learning technique as it follows these main principles of non-competitiveness between students, high level of structuration, and individual accountability.

Discrepancies in the Jigsaw literature

The Jigsaw classroom is a well-known cooperative learning method, typically put forward for its ability to reduce racial conflict and improve academic outcomes. As outlined by Roseth et al. (2019), this method is advocated in many textbooks of social and educational psychology, and the Jigsaw.org website reports that it was used with great success by thousands of classrooms since 1971 (Social Psychology Network, 2000-2020). However, the discrepancy between this reputation and the difficulty to find scientific support is striking. Whereas many reviews and meta-analyses are available on collaborative and cooperative learning methods (e.g., Andrew & Rapp, 2015; Slavin, 2012; Tomcho & Foels, 2012), very few of them included Jigsaw studies. In one of the first synthesis about efficiency of team-learning methods, Sharan (1980) provided a brief review of 4 studies testing for Jigsaw classroom that have showed positive effects on academic achievement, social-affective variables, and ethnic relations. In another example, Slavin (1983) reviewed 46 studies on the effect of cooperative learning methods on academic achievement and reported only 4 studies testing for Jigsaw, with little evidence of a positive achievement impact. Likewise, in a meta-analysis testing for 8 different cooperative methods through 154 studies, Johnson et al. (2000) reported only 14 studies testing Jigsaw. Results showed a moderate ($d = .29$) beneficial effect of Jigsaw on achievement variables when compared with competitive learning method (i.e., working alone or with minimal interactions but competing for reward), and a smaller positive effect ($d = .13$) when compared with individual learning (i.e., working alone or with a minimum of interactions, without any social interdependence and any competition for reward). Furthermore, when considering effect sizes of cooperative learning methods compared with competitive and individualistic learning methods, Jigsaw ranked among the least efficient relative to 7 other cooperative methods. Likewise, empirical support is scarce for Jigsaw benefits to social

outcomes, such as prejudice reduction or self-esteem improvement. Obviously, knowledge about the effects of Jigsaw is quite low, unclear, and incomplete.

The present review

The present review aimed at providing a meticulous analysis of the available research about Jigsaw as a learning method and its effects on both academic and social outcomes, from its development to the present time. In the first part of our review, we will focus on academic performance to identify under what circumstances Jigsaw has beneficial, null, or even detrimental effects on students learning. As Jigsaw techniques are thought to suit better academic subjects that encompass narrative material (Aronson & Patnoe, 2011), like social sciences curricula (e.g., history, language, geography), we will therefore examine findings for Jigsaw effects in social studies fields, but also in STEM fields (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), and finally, in the studies that have used jigsaw techniques on the vocational field.

In a second part, we will examine empirical studies about social cognition to clarify empathetic concern, prejudice reduction, and intergroup relationships after a Jigsaw exposure. Finally, the discussion will attempt to provide a critical interpretive synthesis of the results and will offer some suggestions in regards of cognitive processes likely to be involved during Jigsaw cooperative method.

Method

We carried out a critical state-of-the-art review by collating experimental and field studies that have been testing for Jigsaw effects on various academic and social outcomes. The aim was to build an exhaustive database of studies in order to cover the widest possible spread of Jigsaw effects. We reviewed studies that compared Jigsaw to any other instructional learning method, whether they be cooperative and/or individual methods.

Search Strategy

In performing the search from October 2017 to June 2018, we used five educational research databases: Web of Science, Science-Direct, PsycInfo, ERIC, and Google Scholar. As searching only for “Jigsaw” was not enough due to the double meaning of the term, we used a more specific entry such as “Jigsaw” combined to (with the Boolean operator “AND”) “cooperation” or “cooperative learning” and added the following search terms: “interdependence”, “achievement”, “academic outcomes”, “social skills”, “social outcomes”, or “cognitive process”. The search was performed with “all fields” option maintained (i.e., topic, title, keywords, and abstract) and targeted studies published in English and in a journal article format. In a first round of screening, the main inclusion criterion was the following: Jigsaw effects were tested. A total of 8758 articles were available and, after checking their references for any citations that did not appear in our database searches, 23 further articles were added. Figure 2 illustrates the literature search and screening process. After removing 4727 duplicates across databases, we then refined the results by checking for “Jigsaw” in the full text, which left us with 151 articles.

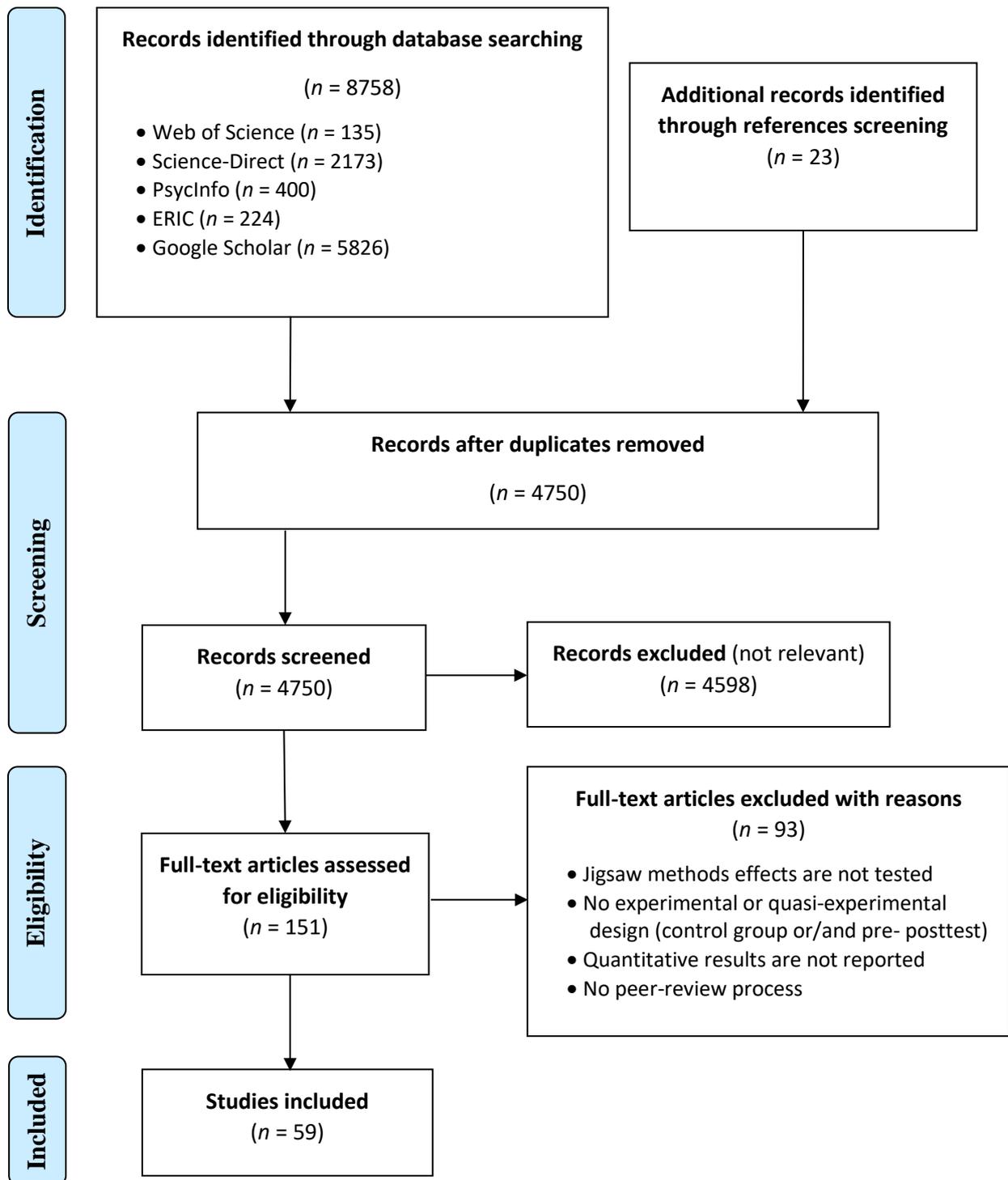


Figure 2. Flowchart of the search and screening process.

A first glance at these articles revealed some major methodological and/or statistical limitations that we could not ignore. Some studies (N=31, 20%) included neither a control condition (with other learning methods) nor a baseline (pretest or past grades), so that it was not possible to draw any comparison and conclude about the effects of Jigsaw. Some other studies (N=42, 28%) did not provide any statistical analyses, or reported aggregated scores from Jigsaw condition with other cooperative learning conditions to compare with traditional teaching instruction, making it impossible to conclude about the efficacy of Jigsaw. Furthermore, some studies (N=9, 5%) introduced so important changes into the Jigsaw method (e.g., lack of Expert group, possibility to come back to the Expert group, no pedagogical content division) that it could no longer be considered as a Jigsaw classroom.

Finally, we applied a last filter “peer-reviewed study” that resulted in a sample of 58 articles (i.e., 59 studies) of which 53 (91%) contained a control condition (i.e., at least one other learning method to be compared with Jigsaw), 2 articles (3%) contained a baseline score (either a pretest or previous grades), and 3 articles (5%) compared Jigsaw to another Jigsaw version. Most studies came from educational sciences (69%), psychology (26%), and the remainder was spread among other departments (medicine or languages). Most of the studies were conducted either in Turkey (34%) or in the United States (24%).

Results

Given the diversity of academic fields in which Jigsaw was tested, we present the results on academic outcomes in three distinct parts. Overall, 59 *studies* were reviewed (N= 58 *articles*). The first section describes the effects of Jigsaw in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) fields (N=24 studies), the second one exposes results found in humanities and social sciences (N=20 studies), and the third one concerns vocational fields (N=8 studies). As 2 papers have tested for both performance in reading and mathematics, their

results will be developed similarly in sections 1 and 2. Finally, the third section reviews the impact of Jigsaw on psychosocial variables (e.g., self-esteem, reduction of prejudice, attitudes), which are potential moderators or mediators of the relationship between Jigsaw and academic outcomes. Eight studies assessed exclusively psychosocial variables, and 31 studies measured both academic and psychosocial outcomes. In each section, we reviewed findings according to the population (elementary, middle school, high school, or undergraduates' students), Jigsaw version (original, II, III, IV or Subject Jigsaw), and comparison condition (control group or baseline) that were used.

The outcomes of Jigsaw classroom were compared: a) to individual learning, b) to other cooperative learning methods, c) to modified Jigsaw-scripts. Individual learning refers either to traditional learning or to animation group. Traditional learning includes individual learning, lectures, or whole class learning. Animation group is an individual learning method based on computerized-animations and classroom discussion with the teacher. Cooperative learning methods refers to studies where a cooperative learning method with interdependence or without interdependence was applied. Modified Jigsaw-scripts refer to learning environment inspired from Jigsaw techniques, that introduce one or multiple changes. Table 1 presents a description of the learning methods to which Jigsaw was compared.

Null and negative findings are explained according to their authors' argumentation. Deeper details are provided for studies with a specific contribution to the field. Supplementary Table S1 provides an overview of the 58 included articles (available in the online version of the journal), and summarizes characteristics of the population (sample size, age, grade, and country), experimental design (pre- and posttest, duration of the implementation, version of Jigsaw, type of control condition), main dependent variables and their associated results on academic performance and, when tested, on psychosocial variables. A distinction between immediate posttest and delayed posttest was made when the performance test was measured

right after learning or after a delay, varying from a few weeks to one year. Hence, two specific elements must be detailed in this review considering the duration of each study. First, the total period covered by the procedure, from one single shot (e.g., one class session) to a full year of implementation of the Jigsaw method and its control(s). Second, the length of each class session is detailed. For instance, a reported duration of one trimester, 4 x 50 minutes/week, means that the students took four class sessions of 50 minutes per week during one full trimester.

Table 1. Summary of the instructional control, individual, or collaborative learning methods included in this review.

Structuration	Method (N)	Summary
Individual Learning	Traditional class (N=46)	Individual learning including lectures, teacher-guided instructions, whole class-approach. Small group learning is not allowed or limited.
	Animation Group (N=2)	Individual learning through computerized-animations and classroom discussion with the teacher.
Cooperative Learning without interdependence	Cyclical Rotation (N=1)	Small groups work on different subtopics. They get access to the whole pedagogical material together.
	Innovative learning (N=1) Cooperative Technique (N=1) Voluntary cooperation (N=1) Single group activity (N=1) Traditional Cooperative Approach (N=1)	Cooperation (discussion, questions, and/or problem solving) between group's members on the whole pedagogical material.
	Scripted collaborative learning (N=1)	Students work in dyads on the whole pedagogical material. They teach parts of the material, ask questions, and provide feedback to the other person.
	Group-Investigation (N=1)	Small groups working with 4 principles (investigation, interaction, interpretation, and intrinsic motivation), structured in three phases: in-class discussion, out-of-class investigation, and in-class presentation.
	Drama (N=1)	Small groups visualise a scene and create a meaningful story about the course. Groups create characters and reorganise the story into a play.
Cooperative Learning with positive interdependence	Reduced Jigsaw schedule (N=1)	Same as original Jigsaw, with distribution of larger conceptual units and less Jigsaw sessions in the schedule.
	Weak interdependence (N=1)	Same as original Jigsaw, except knowledge interdependence is reduced. Pedagogical contents are contextual features only (examples) and not core concepts (theoretical models).
	Team Game Tournaments (N=1)	Small groups of low, average, and high achievers learn the same content together (peer-tutoring). Students compete against other groups into classroom (tournaments).

Jigsaw Classroom and Academic Outcomes

1. STEM Achievement

We collected 24 papers including studies that tested performance in physics (N=5), chemistry (N=6), biology (N=6), and mathematics (N=7). A mixed pattern of results emerged with 63% of positive effects (N=14), 22% of negative effects (N=5), and 36% of null effects (N=8) according to their respective control groups (i.e., four studies yielded contrasting results depending on whether the Jigsaw method was compared to a cooperative or a control condition.)).

Chemistry. Jigsaw and its later versions (i.e., Subject Jigsaw) have a positive incidence on secondary and post-secondary students' chemistry performance in comparison to individual learning. More precisely, 6 studies compared Jigsaw to traditional learning and 2 of them also compared Jigsaw to another technique of individual learning (i.e., the Animation group technique, see Table 1). All these studies showed beneficial effects of the original Jigsaw (Doymus et al., 2010; Karacop & Doymus, 2013; Tarhan & Acar Sesen, 2012; Tarhan et al., 2013) and Subject Jigsaw version (Doymuş, 2007, 2008) on students' performance, when compared to a traditional learning group. Negative effects were obtained (Doymus et al., 2010; Karacop & Doymus, 2013) when Subject Jigsaw was compared to the Animation group technique (see Table 1). Format of the educational assessment was similar in all the studies (either multiple-choice or open-ended questions), which have benefited from 2 weeks to 5 weeks of implementation period excepted one (Tarhan & Acar Sesen, 2012, one shot). Sample size varied from 38 to 108 participants.

Doymuş et al. (2010) found contrasting effects depending on their comparison control group. Animation group outperformed both Subject Jigsaw and traditional control groups, although Jigsaw students outperformed individual learning group. According to the authors,

superiority of the Animation group over Jigsaw method can be due to the contents it proposed. For instance, the utilization of animations (i.e., motion pictures) which are highly efficient to learn dynamic processes such as chemical and molecular ones, but also questions, lectures, and discussions. In contrast, Karaçöp and Doymuş (2013), who controlled for three kinds of covariables (i.e., prior spatial abilities, scientific skills, and prior knowledge in chemistry), found another pattern of outcomes. Jigsaw and traditional control groups got similar results on spatial abilities and scientific skills. However, Jigsaw group already had higher levels of knowledge in chemistry prior to the experiment. Compared to the traditional class, both Jigsaw and Animation Group instructions improved students' achievement about chemical conceptions on a multiple-choice questions test. However, and once again, Animation group outperformed both Jigsaw and control groups in the understanding of the chemical concepts (open-ended questions test).

Biology. The overall picture of this topic is mixed as 3 out of 6 studies indicated beneficial effects of Jigsaw on academic performance (Mutlu, 2018; Roseth et al., 2019; Walker & Crogan, 1998) and 3 studies yielded null effects (Lazarowitz, et al., 1994; Moreno, 2009 ; Slish, 2005). Studies exclusively tested for original Jigsaw and compared the method either to traditional learning or Team-Game-Tournament, another cooperative learning technique (TGT, De Vries, 1978). Due to missing data in their control groups, Walker and Crogan (1998) exclusively compared pre- and posttest performance of their Jigsaw group. Population tested were elementary school, secondary school, or undergraduate students. Sample size varied from 52 to 258 participants. Finally, format of the educational assessment was similar in all the studies (either multiple-choice or open-ended questions), excepted one study that used open essays.

Study by Walker and Crogan (1998) revealed beneficial effects of Jigsaw when tested for a 4 weeks-period. As pointed out by the authors themselves, these results however must be

treated “circumspectly” as no data from the control groups were available. Other limitations are noteworthy. First, experimental and control conditions were not randomized but rather decided by teachers of every school. Second, one teacher of the Jigsaw condition suddenly decided to apply non-interdependent cooperative learning during the 4 weeks of experimentation and data of this brand-new group have nevertheless been kept by the authors as a control group. Finally, only 20 participants remained in the analyses on academic achievement.

Results coming from the extensive research by Roseth et al. (2019) deserve to be more detailed here. Indeed, significant findings were obtained in this longitudinal experimental study (N=258; 14 weeks), assessing for repeated performance in biology and predictors such as social interdependence and socio-cognitive regulation perceptions. As cooperation and epistemic regulation increased over time among Jigsaw group, academic achievement (multiple-questions test) also increased compared to traditional learning condition. This result supports the idea there is fundamental differences between Jigsaw and individualistic learning in terms of motivation and socio-cognitive regulations. Finally, Mutlu (2018)’s findings suggested a greater effect of Jigsaw in biochemistry topics compared to TGT. Students’ scores increased the same way for both groups (Jigsaw and TGT), but posttest score (max=36) in the Jigsaw condition was found to exceed TGT group (M=16.83 vs. M=13.26, respectively). In TGT, students also worked in small groups but competition between the teams was allowed. Despite the interest of this result which opposes different cooperative methods, this effect remains quite isolated and singular because no other study in our review tested for the TGT method versus Jigsaw on academic performance.

Two other studies that reported null effects, tested for original Jigsaw versus traditional learning among high school and undergraduate students. First, Lazarowitz et al. (1994) stated they found significant gains with Jigsaw on a 3 subunit-questions test, despite their statistics described the effect as marginal ($p < .07$) and reported no difference between conditions on

open essays. Second, Slish (2005) also reported absence of effect on test performance (multiple-choice questions and open essays) during one college semester. Still, author found a positive effect in favor of Jigsaw in a delayed posttest. This latter result was interpreted as an artifact due to a logistical problem, as there was a discrepancy in the way the posttests were taken in the 2 conditions. Nonetheless, statistical parameters (means, estimated differences, betas) were not available in this paper, and sample size was relatively small (N=52). Finally, another study (Moreno, 2009) tested future teachers' students for Jigsaw effects on botany's performance, in comparison to both individual and cooperative control groups (cooperation without interdependence, see Table 1). Results revealed null but also negative effects regarding the different measures of performance (retention test and problem-solving test). According to the author, Jigsaw students might have lacked crucial social skills to teach their peers during learning, and they focused more on the transmission of the information than on the elaboration and co-construction of knowledge.

Physics. The studies we reviewed (N=5) converge toward a positive effect of Jigsaw in physics when compared with traditional individual learning (N=2 studies), but a null effect when compared with other cooperative learning methods (N=2 studies). One study contrasted experts' performance to novices from Jigsaw group. No detrimental effect of Jigsaw was found in this field. All the findings were observed among middle and high school students, as well as undergraduates. Sample size varied from 49 to 286 participants. Format of the educational assessment was similar in all the studies (either multiple-choice or open-ended questions).

Beneficial effects of Jigsaw on achievement in physics occurred in studies using either the original Jigsaw or a Subject Jigsaw version, a long time period of Jigsaw implementation (from 4 weeks to 6 months period), and a comparison between Jigsaw and traditional individual learning method (Koc et al., 2010; Ural et al., 2017). Null effects were obtained in studies comparing Jigsaw with another cooperative learning method. This was the case when original

Jigsaw was compared with Cyclical rotation group (Berger & Hänze, 2009; 2015), and when Subject Jigsaw was compared with Group Investigation (Koç et al., 2010). Only one study comparing original Jigsaw with traditional individual learning reported null effects (Hänze & Berger, 2007). In a crossover design study, Hänze and Berger (2007) reported no direct effect of Jigsaw on overall academic assessment in physics. Nonetheless, they revealed through mediation analyses, that Jigsaw improved students' feelings of competence, which in turn was associated with better academic achievement. Additionally, a gender effect was found in favor of girls in Jigsaw groups: higher feelings of competence were associated with higher physics performance. In a subsequent study, Berger and Hänze (2009) tested for Jigsaw effects, in comparison to another cooperative method (i.e., 'Cyclical rotation') for a one-year implementation period. Again, results revealed no difference between Jigsaw and control group on academic performance, but an interaction effect was found between subtopics units in physics and the learning method applied. Jigsaw improved performance in one of the units covered in the classroom (i.e., microwave oven learning unit) whereas it was outperformed by the Cyclical Rotation group on another subject topic (i.e., scanning electron microscope). Importantly, these results were obtained when Jigsaw was implemented for one class session, for 4 weeks, and also during a full-year period. This means that duration of the cooperative procedure probably did not play a role here. Later, the authors contrasted experts versus novice's performance during Jigsaw learning (Berger & Hanze, 2015) and showed that expert members scored higher than novices in open-questions test, including schematic drawing in physics. This result deserves attention as it supports one criticism addressed to the Jigsaw method (Slavin, 1995; Slavin et al., 2003), assuming that students can achieve the part of the material they had been expert of, but not the portions of the material they have been taught by their group members.

Mathematics. A more complex pattern of results was obtained for mathematics in the 7 studies we reviewed. Three studies showed positive effects of Jigsaw on mathematics performance compared to individual learning (Artut & Tarim, 2007; Tran & Lewis, 2012) or in a prepost design (Perkins & Saris, 2001). In comparison to traditional class, one study reported both null and negative effects according to the pedagogical contents (Souvignier & Kronenberger, 2007), and another study (Moskowitz et al., 1983,1985) showed negative effect of Jigsaw on mathematics' performance. Authors applied either original Jigsaw or Jigsaw II versions, and participants were elementary school or undergraduate students. Sample size varied from 55 to 384 participants. Finally, one study used weak-interdependence or strong-interdependence conditions to manipulate the degree of interdependence of the knowledge during Jigsaw activity (Deiglmayr & Schalk, 2015).

All these studies used totally different format of pedagogical assessment, such as multiple-choice questions, collective worksheet, or one subset of the SAT (i.e., the Stanford Achievement Test). By reviewing papers of this section, we were surprised to find better quality of empirical studies that shed light on the effectiveness of Jigsaw activity. It appears that Jigsaw did not work in mathematics for some specific reasons (Moskowitz et al., 1985; Souvignier & Kronenberger, 2007). Indeed, both null and negative effects were found among younger participants (elementary school children). One of the first experimental study testing for Jigsaw effectiveness (Moskowitz et al., 1983) revealed there was no improvement in mathematics among 5th and 6th graders who learnt mathematics through Jigsaw after one year of exposure. According to the authors, this lack of positive results might be due to the reward structure of Jigsaw. Despite the fact the method was presented as socially interdependent and cooperative, one essential element was still missing, as there was neither a group product nor a collective grade to ensure helping behavior and better academic performance.

More recently, Souvignier and Kronenberger (2007) conducted a study with more than 200 3rd grade students to assess the effect of two Jigsaw versions on astronomy and mathematics achievement, either on immediate or on delayed periods. Participants in both experimental conditions (i.e., two Jigsaw groups: Jigsaw II and an enriched Jigsaw version with a questionnaire) did not outperform traditional teaching-centered group in mathematics. Authors proposed an enriched version of the method by introducing a little nudge for children: Short index cards with 5 questions that helps every child to collect concise information from their groupmates during cooperative learning steps (e.g., "what does... mean?"). Furthermore, students in the individual learning group scored better than both the Jigsaw groups on science tests (i.e., astronomy). Thus, there was a subtopic effect, as a negative effect of Jigsaw was found in astronomy, whereas a null effect of Jigsaw was observed in geometry subtopic. According to authors, younger students would only understand their own expert subsection of the material due to limited quality teaching skills of their peers. Indeed, when they split *a posteriori* experimental Jigsaw group to get results from experts and novices independently, authors then discovered an expertise effect, confirming one of the main limitations of Jigsaw. Novices lacked understanding about many sections of the lesson, which in turn affected the average scores and could thus explain why traditional teaching group outperformed Jigsaw. Those results are essentials because they reveal that Jigsaw might limits achievement only to the subsection, students are expert of. Consequently, one should cautiously interpret any Jigsaw beneficial effect as expert-related answers could inflate the average marks and hide the deleterious effects of the novice-related learning.

Eventually, another study drew our attention by testing for Jigsaw strong-knowledge interdependence versus Jigsaw weak-knowledge interdependence (Deiglmayr & Schalk, 2015). The authors pointed out the fact that, in an interdependent learning situation (with division of the material), as people do not have access to every knowledge they might need to engage

themselves in the co-construction of knowledge with their peers, there is a risk on learning gains. If subjects lack crucial information, then in some extent, they cannot share as much as they should to achieve success. Hence, researchers have tested triads of undergraduate students who either worked on mathematical models in a strong-knowledge interdependence condition (original Jigsaw, each student in a triad is distributed one mathematical model with 3 different contexts) or in a weak-knowledge interdependence condition (each student in the triad is distributed 3 mathematical models, sharing a similar context). Prior knowledge in mathematics was assessed before cooperative learning. The results showed that weaker interdependence leads low-achievers to perform better on a transfer task than high-achievers of the strong interdependence condition. For the authors, this effect is linked to a partial effect of interactive co-construction of knowledge, occurring during collaboration: When students work on the total conceptual knowledge at first, they can easily engage in discussion about the contents to learn, then get benefits from the co-construction from their teammates.

2. Language and Social Sciences Achievement

We collected 18 articles for the language and social subjects. Two other studies testing for performances on reading (coming from the STEM achievement section) were also included, which left us with 20 studies to review. Studies tested academic performance in language arts (N=7), English as a Foreign-Language (N=5) and assessed social sciences achievement in various fields such as history (N=2), geography (N=2), economics (N=1), cognitive psychology (N=1), and educational sciences (N=2). At the end, 75% of the results were positive effects (N=15), 25% were null effects (N=5), and no negative effect was found.

Language arts. The findings in grammar, reading, and written expression in mother tongue displayed a positive effect of Jigsaw learning. Four out of 7 studies showed beneficial effects with Jigsaw on academic performance in comparison to traditional control group (Goçer,

2010; Law, 2011; Sahin, 2010, 2011). Those positive effects were found in elementary school, middle school, high-school and undergraduate students, and whatever the format of pedagogical assessment (multiple-choice or open-ended questions, SAT, reading comprehension, and written expression). Sample size varied from 56 to 384 participants ($M = 170$). Implementation period varied from 5 sessions to 6 weeks. The original Jigsaw was applied in all the experiments, except Sahin (2010, 2011) who tested for Jigsaw II and III respectively. Null effects were obtained in younger populations, namely elementary school students (Moskowitz et al., 1983, 1985) and middle school students (Arslan, 2016).

Interesting findings about effects of cooperative learning on reading comprehension were reported by Law (2011). This study is one of the few large scale assessment studies in STEM fields, that have examined effectiveness of Jigsaw among elementary school students ($N=279$). Author investigated how two cooperative instructional methods (i.e., original Jigsaw and drama activities) might favor reading comprehension among 5th graders, when compared to traditional class. Participants were asked to read and understand a story, then higher-order reading comprehension was assessed (i.e., ability to make inferences). Results showed that participants' mean scores on the reading task were higher in the Jigsaw condition than in both drama and traditional learning conditions. Additionally, Jigsaw group outperformed the two others on a re-test reading comprehension task administered 3 months later. This provides evidence that in language-related subjects, Jigsaw contributed to maintain information in memory, even after a long-term period. Regarding written expression, Sahin (2010, 2011) also showed a better achievement in Jigsaw group relative to traditional learning class, in both undergraduate students and 6th graders for Turkish language.

On the contrary, rest of the studies reported null effects. Moskowitz and collaborators (1983, 1985) who tested for reading abilities among 10-years-old students, on the standardized subset of the SAT, did not find significant effects of Jigsaw compared to traditional teaching.

Similarly, Arslan (2016) showed no difference between Jigsaw and traditional class in Turkish grammar performance (i.e., assessing for punctuation and spelling rules) among 13-years-old children. For the author, the absence of effects could be related to a lack of social skills among students, necessary to cooperate efficiently. Moreover, some of the group members were passive and some others dominated their group. According to Arslan, Jigsaw method can be fruitful but would require prior training to be fully prepared and equipped for cooperative learning.

English as a Foreign Language (EFL). Jigsaw learning seems to positively influence achievement in EFL classroom. In this field, 4 out of 5 studies showed beneficial effects on academic performance among secondary school and undergraduate students by testing for original Jigsaw and Jigsaw II (Evcim & Ipek, 2013; Ghaith & El-Malak, 2004; Gömleksiz, 2007; Rimani Nikou et al., 2013). One study obtained null effect with Jigsaw II among 5th graders. All the studies compared Jigsaw to a traditional learning class and the implementation period varied from 3 class-sessions to 8 weeks. Pedagogical evaluation varied a bit as studies employed either multiple-choice questions, comprehension test, vocabulary, or oral proficiency tests. One should notice that contrary to the previous section, small sample sizes were reported here, from 28 to 66 participants ($M = 47.6$).

Some results obtained by Ghaith and El-Malak (2004) are consistent with those obtained by Law (2011) in Chinese literature (see previous section). Indeed, authors reported a positive effect of Jigsaw on higher-order reading (i.e., making inferences, critical and interpretative comprehension of a text) on an adapted version of the TOEFL (i.e., a standardized test measuring English language ability). However, no effect was found either on overall comprehension of the text or on literal comprehension (i.e., understanding explicit information). Conversely, null effects were found in middle schoolers and undergraduate students. About vocabulary and reading comprehension, one study showed that Jigsaw did not improve EFL

performance among middle schoolers probably. According to Shaaban (2006), this is due to contextual limitations, such as small sample size ($N=44$) and small length of the implementation period (i.e., 8 weeks). Nonetheless, even if those methodological limitations could have played a role by explaining lack of results, no formal guidelines have yet been established for the duration of the Jigsaw intervention. That point might deserve better consideration regarding the potential development of social skills occurring during the first hours of applying such a method and the necessity for each student to use their social skills to teach and learn better. On the vocabulary performance, we still observed a quite interesting difference between control and Jigsaw on posttest mean scores (1.86 points, $d = .45$). That result was not significant under MANOVA model but what does that difference mean? How many additional vocabulary words did the Jigsaw students learn better than the control group? Again, and even if nothing new, importance of running closer examination of statistical analyses to interpret empirical work on the field might have helped to conclude about any variation related to Jigsaw effects.

Social Sciences. In this rubric are included the studies that assessed Jigsaw effects on academic performance in economy, teacher education, geography, history, and psychology. Six out of 8 studies showed a positive effect of Jigsaw on achievement compared with traditional learning (Basyah et al., 2018; Huang et al., 2014; Kilic, 2008; Lucker et al., 1976; Yapici, 2016; Ziegler, 1981). Authors applied original Jigsaw and the beneficial results were found among elementary school, middle school, high school, and undergraduate students. Sample size varied from 44 to 303 participants ($M = 102.3$). Implementation period varied from one session to 14 weeks. Another study (Hornby, 2009) compared two versions of Jigsaw II where scoring system for the experimental group had been manipulated (i.e., get individual scores, not only group score) in order to structure individual accountability and positive interdependence. The results showed that the experimental group performed better than control group after one workshop session with Jigsaw. Null effects were found in one study (Crone & Portillo, 2013) comparing

the original Jigsaw to a reduced-schedule Jigsaw and a traditional class among undergraduate students. Most of the pedagogical assessment format were multiple-choice or open-ended questions and some authors used essays or final grades to evaluate students' performances.

In history and geography lessons, comprehension scores and semantic knowledge increased after a Jigsaw exposure about different subtopics, such as Canadian demographics (Ziegler, 1981), unit on colonial America (Lucker et al., 1976), 'science within time' unit (Yapici, 2016), or ecological environment of the water regions in Taiwan (Huang et al., 2014). Interestingly, some of the studies collected in the section "Language and Social Sciences Achievement" pointed out a beneficial longitudinal effect. Delayed retention tests have been performed after the Jigsaw activity and showed conclusive effects on retrieval of information. When tested 6-, 10-, or 11-weeks post-Jigsaw (respectively in Sahin, 2011; Ziegler, 1981; Yapici, 2016) students were able to retrieve more information in memory than students instructed with traditional methods. Everything happens as if Jigsaw enhanced encoding part of the information treatment to get a better long-term memory.

In contrast, null effects were found in a study (Crone & Portillo, 2013) with a long period of implementation (i.e., one semester). Full-Jigsaw schedule (regular Jigsaw activities, specific conceptual units) did not improve students' grades to final exams in cognitive psychology but had contributed to improve participants' perceptions of themselves (i.e., self-esteem and self-efficacy measures) in comparison to traditional class and a reduced-Jigsaw schedule (i.e., Jigsaw activities had taken place less frequently and for larger conceptual units). The changes in self-constructs are highly relevant as they can positively affect students' academic achievement. Nevertheless, no mediation model (e.g., are the changes in self-constructs responsible for the effects of the method on achievement?) was tested in this study. Finally, we noticed some shortcomings in this section. First, size of samples enrolled in the experiments varied widely across studies (e.g., N= 44, Hornby, 2009; N = 303, Lucker et al.,

1976). Second, the lack of details regarding methods and statistical analyses. Put it more simply, details about the academic assessment and nature of the dependent variable were not available and would have been useful (e.g., Crone & Portillo, 2013).

3. Vocational Achievement

We collected 8 studies assessing the effect of Jigsaw on students' performance in vocational education such as nurse training, medical care, dental education, computer sciences, engineering, cost accounting management, and even videogames. All these studies either tested for middle school, high school, and undergraduates, but age range was not always reported. Sample size varied from 38 to 109 participants ($M = 75.2$). Original Jigsaw was applied in all the studies and comparison group was either individual traditional class or another cooperative learning method. One study compared Jigsaw to both individual and cooperative control groups (Desforges et al., 1991). Another study (Lai & Wu, 2006) compared a modified version of Jigsaw p in which students used a concept mapping software program within a personal digital assistant (i.e., a pocket portable computer), to a regular Jigsaw classroom. Results showed better results were observed in the modified Jigsaw condition. For the other studies we reviewed, positive effects ($N=3$), null effects ($N=3$), and negative effects ($N=1$) were observed on achievement. Positive effects were obtained in studies conducted among high school and undergraduate students for only one session or 3-month-period of implementation. For instance, Nebel and colleagues (2017) showed increases on play performance and positive learning outcomes in teenagers ($M_{age}=17$). In a Minecraft videogame environment, groups had to build a house together after reading a detailed depiction. Jigsaw group was opposed to a cooperative control group where cooperation was only voluntary and interdependence of the resources not allowed as the participants were distributed all the material available. Absence of effects with Jigsaw in comparison to a cooperative learning group was obtained in medicine (Desforges et

al., 1991) and in design of eco-friendly houses (Zacharia et al., 2011). Also, 2 other studies reported contrasted effects in pharmacy (Wilson, Pegram, Battise, & Robinson, 2017) and dental care studies (Sagsoz et al., 2017). Wilson and colleagues (2017) pointed out a discrepancy between students' perceptions of the learning method and their actual performance. Indeed, 95% of the participants agreed to say that Jigsaw was efficient to learn the course and considered this method improved their communication, problem-solving, and cooperative learning abilities (i.e., their 'soft skills'). However, actual performances were not superior to traditional teaching (neither on the posttest nor on finale grades) and the individual control learning was more efficient as they outperformed Jigsaw students. Two kinds of hypotheses were suggested by the authors to explain this absence of effect on achievement. First, it would depend on the nature of the contents to learn. Jigsaw was perhaps not adapted to learn fundamental contents and would have a better effect on critical thinking contents. Second, this kind of instructional method may not have been appropriate to every audience. Authors explain that Jigsaw would get a better impact on students well-trained to cooperation, more experienced, and having good teaching qualities. Another study (Sagsoz et al., 2017) reported absence of difference on immediate posttest between lecture-based learning and Jigsaw. Authors explained this null effect by the lack of familiarity with the Jigsaw procedure and the formation of heterogeneous initial groups (i.e., the home groups), that might have both affected students' habits. However, results on delayed posttest were better with Jigsaw as lower failure rate was reported in comparison with the control condition. Nonetheless, these results were not interpreted by the authors. Studies in this section are relevant and crucial as they test direct effects of the cooperative method on the achievement in professional careers that often require social skills and teamwork. Papers we reviewed delivered contrasting results and support the idea that social skills are needed prior any learning with Jigsaw (e.g., Arslan, 2016; Souvignier & Kronenberger, 2007; Shaaban, 2006).

Summary of the Findings on Academic Outcomes

Among the 50 articles reviewed testing for academic achievement, 64% (N=32) showed that Jigsaw learning (whatever its version) improved students' academic achievement. From this breeding ground, 28 studies have compared Jigsaw to individual teaching-centered learning and provided evidence for beneficial effects on performance either in STEM, literature, social sciences, or vocational fields. Furthermore, 15 studies reported null effects on academic achievement, in comparison with individual learning groups (N=12) and cooperative learning groups (N=5). Finally, a small number of studies (N=6) have shown negative effects of Jigsaw on academic performance. Interestingly, 4 of these studies employed a 3-conditions experimental design. First, some results showed Subject Jigsaw was outperformed by the "Animation group" technique but did better than the individual learning control group on understanding scientific conceptual knowledge (Doymus et al., 2010; Karacop & Doymus, 2013). Second, on a problem-solving task, both cooperative and traditional learning control groups outperformed the original Jigsaw group (Moreno, 2009). Third, discrepancies between learning topics were revealed as traditional group outperformed Jigsaw in astronomy unit and *vice versa* in mathematics unit (Souvignier & Kronenberger, 2007). Finally, the last 2 studies found negative effects in comparison with traditional individual learning (Moskowitz et al., 1985; Wilson et al., 2017).

Then, we can now legitimately answer our first question of research: Yes, Jigsaw is an efficient pedagogical approach which can produce better results than individualistic traditional learning (whole classroom, lectures, teacher-centered-approaches) and somewhat more complicated results when it comes to other cooperative learning methods (see Table 1). Indeed, among the 9 studies who examined Jigsaw effects in comparison to cooperative strategies with

or without interdependence, 4 studies reported greater results with Jigsaw. Although the number of studies collected is small, it appears Jigsaw is as much efficient than cooperative methods without interdependence (no division of the material, neither group reward). Interestingly, Mutlu (2018) found that, Team-Game Tournaments, an interdependent cooperative learning method (Table 1), showed however greater effects than Jigsaw on academic performance. Koç et al. (2010) also reported no difference between Jigsaw and Group-Investigation, another interdependent cooperative method.

Also, we can assert that Jigsaw is efficient in a broad spectrum of subject topics and more importantly, in every grade level from elementary to post-secondary education and vocational training. Interdependence and individual accountability offered by the method seem to be valuable in fairly different pedagogical contexts, suggesting a great adaptation of the method to alternative contents (e.g., more or less scientific, verbal ones).

However, another question that remains unanswered is whether and how Jigsaw impacts social behaviors and intra-individual perceptions. As one of the main concerns of Eliot Aronson was foremost to reduce prejudices towards minorities in the classroom, it is important to know whether Jigsaw is an efficient strategy to change and improve inter-ethnics relationships. Different research questions are nonetheless left open such as whether Jigsaw is suitable to make cooperate inter-ethnics groups. Moreover, it is well-known that self-perceptions (also called self-beliefs) are closely connected to accomplishment and can have an incidence on academic performance (see Valentine et al., 2004, for a meta-analysis,). Thus, we decided to examine whether Jigsaw methods influence socio-affective variables. Hence, in the next section, we review the studies that investigated the effects of Jigsaw on students' self-concept, self-efficacy, and self-esteem levels, variables which are often highly correlated to academic achievement.

Table 2. Summary of the results according to subject, comparison group and population tested. Percentage indicates either traditional (individual learning method, lectures, teacher-centered-method) or cooperative learning (small group activities). Participants' age ranges (percentage indicates proportion of the population) are indicated.

Section	Beneficial effect vs. Comparison group	Topic	N studies	Beneficial Effect (N)	Age (range)
Academic Performance Overall (N=50)	82% traditional 18% cooperative 6% other control	-	N = 50*	64%	6 - 10 (18%) 11 - 18 (26%) 18 + (56%)
Scientific (N=24) 63 % of positive effects	12/19 traditional 2/5 cooperative +2 other control	Physics	5	2	11 - 18 (80%) 18 + (20%)
		Chemistry	6	6	6 - 10 (17%) 18 + (83%)
		Maths	7	3	6 - 10 (43%) 18 + (57%)
		Biology	6	3	6 - 10 (17%) 11 - 18 (17%) 18 + (66%)
Language & arts (N=20) 75% of positive effects	14/19 traditional 1/1 cooperative	Literature, grammar, reading	7	4	6 - 10 (43%) 11 - 18 (43%) 18 + (14%)
		EFL	5	4	6 - 10 (20%) 11 - 18 (20%) 18 + (40%)
		Social Sciences	8	7	6 - 10 (25%) 11 - 18 (25%) 18 + (50%)
Professional (N=8) 37% of positive effects	2/5 traditional 1/3 cooperative	Medical	5	1	18 + (100%)
		Other	3	2	11 - 18 (33%) 18 + (67%)
Social measures (N=8)	3/5 traditional 1/1 cooperative +2 other control	-	8	62%	6 - 10 (25%) 11 - 18 (25%) 18 + (50%)

Jigsaw and psycho-social outcomes

Almost half of the papers we reviewed tested for social and affective outcomes (N=39). On many occasions, these variables were measured concurrently with students' academic achievement (N=31). Other studies exclusively measured psychosocial factors (N=8). The following sections document the effects of Jigsaw on intergroup relationships, self-evaluations, motivation, and attitude towards Jigsaw classroom.

Intergroup relationships. Eleven studies explored how Jigsaw influenced social and intergroup relationships during learning at school. The nature and frequency of social interactions were measured in 4 studies (Gömleksiz, 2007; Huang et al., 2011; Lai & Wu, 2006; Theobald et al., 2017), which found positive effects such as increases in the interaction between students. Theobald et al. (2017) showed that students from Jigsaw groups were less likely to report that one person has dominated in their working group in comparison to students from the control group (i.e., single group activity without interdependence). In other words, a feeling of equity was promoted during group learning by the inherent structuration of the Jigsaw activities. Only one study reported unpleasant effects of Jigsaw on the quality of the interactions, as mistrust issues and difficulties for communicating knowledge were reported by students (Zacharia et al., 2011).

Regarding effects of Jigsaw on interethnic relationships (Blaney et al., 1977; Santos Rego & Moledo, 2005; Ziegler, 1981) and reduction of prejudice towards minorities (Bratt, 2008; Desforges et al., 1991; Walker & Crogan, 1998) the results were mixed. All those studies measured interethnic relationships before and after the intervention by using sociometric surveys (excluding Santos Rego & Moledo, 2005, who used an intercultural attitude scale). Two studies showed a beneficial impact of Jigsaw on intergroup relationships. Ziegler (1981) found that Jigsaw learning contributed to enhance cross-ethnic friendships among Canadian

children straight after the educative intervention, and even 10 weeks later. Considering another kind of stereotyped population, Desforges and colleagues (1991) showed that Jigsaw resulted in a reduction of prejudice among medical students towards mentally ill patients.

Nonetheless, Bratt (2008) revealed no effect of Jigsaw on attitudes, intergroup friendships, and empathy in two consecutive studies conducted in Oslo, Norway. Despite the quality of the experimental design, an accurate sample size (N=61 and N=260), two age levels (6 and 8-10 grades), and a controlled implementation of Jigsaw, both studies showed neither successful changes in students' intergroup attitudes nor improvement in empathy levels (instead a non-significant negative development was found). Walker and Crogan (1998) also tested Jigsaw effects on reduction of racial prejudice by using a sociometric survey, a social distance scale, and 3 ethnical stereotypes ratings. They reported mixed findings with Jigsaw classroom such as decreased social distance and stereotypes from European students towards European-Asian children, but also increased negative perceptions of the Australian Aborigines children. However, each ethnic group was not represented in every class of their study. There were no Australian Aborigines children in one of the control groups and even worse, European-Australian had to answer to Australian Aborigines stereotypes ratings despite the fact there were no Aborigines children at all in their Jigsaw group. The results of this study are to treat carefully as already pointed out earlier in the review (see Biology section). Finally, Santos Rego and Moledo (2005) tested for intercultural attitudes between Spanish pupils and other minority background pupils (Latino-American, European, Romanian, Arabs, and Africans) and concluded to positive effects of Jigsaw on attitudes, despite absence of significant difference between conditions (neither between pre- and posttest, nor difference between experimental and control groups)

Finally, it appears all these results tend to confirm Slavin views (1995, 1997) about the efficiency of Jigsaw to get better intergroup relationships. However, results are not clear

compared to the ones obtained with other cooperative learning methods (e.g., TGT). Thus, it was not possible to conclude with certainty about prejudice reduction and positive development of intergroup relationships with so little evidence (N=6) and diverging results. Hence, literature about Jigsaw probably took for granted the following credo “the Jigsaw classroom is a cooperative learning technique that reduces racial conflict among school children”. More empirical evidence are needed.

Self-evaluations. Aronson and Bridgeman (1979) suggested that Jigsaw might have a positive influence on self-evaluations and perspective taking. Thus, this section explores the results obtained in 11 articles testing for self-esteem (N=4), self-efficacy or academic self-concept (N=6), and empathy (N=2). Outcomes are mixed and appeared to be highly dependent of the sample size which varied from 33 to 384 students enrolled in the experiments.

Self-esteem. The results are mixed for this self-construct as 2 studies revealed absence of variation and 2 others reported beneficial effect of Jigsaw method, all of them in comparison to traditional learning. One of the first experimental study testing for Jigsaw effects in the classroom was conducted among 5th grade children and measured self-esteem before and after cooperative learning (Blaney et al., 1977). Authors used a composite self-esteem score based on one question scale about general self-esteem and 3 questions scale about academic self-esteem. The results revealed that the score significantly increased after a 6-weeks period of Jigsaw activity (from M=20.62 to M=21.98). There was, indeed, an evolution on self-esteem score between pre- and posttest, but only for Jigsaw group. Nonetheless, authors did not report any other significant difference between Jigsaw and control group. Later, another study run among high school students showed self-esteem rating increased after cooperation with Jigsaw in comparison to individual learning group (Lazarowitz et al., 1994).

In contrast, two other studies (Moskowitz et al., 1983, 1985) conducted with children in grades 5 and 6 did not confirm such positive effects on self-esteem. In their first study, authors

observed an interaction effect between grade level and condition, so that 5th grade children in the Jigsaw group had lower self-esteem levels than the ones in traditional learning group. In the second study, an interaction between sex and condition was found, showing that female participant's self-esteem level was greater only in the Jigsaw group compared with control ones. However, Jigsaw boys had lower social self-esteem than the control boys.

Regarding self-esteem, it is not possible to conclude with certainty there is a beneficial effect related to Jigsaw learning. The small amount of empirical work (N=4) testing for this affective variable and the non-consensual results of the studies reviewed, make us think these results are not consistent.

Self-efficacy. Other studies have tested for self-efficacy and academic self-concept (N=6) and found positive effects of Jigsaw (N=5), all in comparison to traditional learning group. One study revealed no difference between conditions on academic self-concept (Moskowitz et al., 1983). Studies were conducted among elementary school, middle school, high school, vocational, and undergraduate students. Self-efficacy can be defined as 'a concern with people's beliefs in their capabilities to produce given attainments' (Bandura, 1997; Bandura, 2006). In academic domains, this self-evaluation can positively predict task achievement (e.g., in mathematics, Pajares & Miller, 1994).

Crone and Portillo (2013) found that students in the Jigsaw condition reported higher academic self-efficacy than those in the other conditions (i.e., reduced-scheduled Jigsaw and traditional learning). Likewise, Darnon et al. (2012) observed a marginal effect of Jigsaw when they used a subscale measuring academic self-confidence in mathematics and French courses, inspired by the Patterns of Adaptive Learning Scale (PASL, Midgley et al., 2000). This result was found among vocational students (M_{age}=18). Roseth and colleagues (2019) also used one of the PALS' measures, the "perceived competence" scale, which is associated with motivation, and showed that Jigsaw had a beneficial influence on the perception of oneself competence. In

the same vein, a related psycho-affective variable (i.e., self-concept) was explored by researchers. Inherently connected to self-efficacy, this variable is linked to one's beliefs about his/her competence in any domain. The subtle difference between self-efficacy and self-concept is that the former one is task-dependent (for a detailed explanation, see Pajares & Miller, 1994). Even so, both self-efficacy and self-concept can linearly predict academic performance. Considering the possibility that Jigsaw classroom can enhance feeling of competence in mathematics and physics, Hanze and Berger (2007) expected an interaction between learning condition and self-concept (measured before and after learning) on academic performance. Indeed, it was assumed that students with the lower self-concept level should be the one helped the more by Jigsaw method. Consequently, another hypothesis was derived from this one assuming that girls, who can suffer from a relatively poor self-concept in physics compared to boys, could improve their grades by learning with the interdependent Jigsaw method. The results supported both hypotheses. In another study, Berger and Hanze (2009) replicated this beneficial impact of Jigsaw by measuring this time the experience of competence in physics ($d = 0.24$). Similarly, Shaaban (2006) demonstrated that self-concept on reading was improved after Jigsaw intervention among 5th grader children. According to the author, the social interdependence might have played a role by changing students' perceptions of themselves as "competent contributors to group goals thereby enhancing their motivation to read". Consequently, all these studies (N=5) converge toward a beneficial impact of Jigsaw learning in developing a better feeling of self-competence under classroom, which contributes itself *in fine*, to improve achievement at school.

Empathy. Only 2 studies investigated the effect of Jigsaw on student's empathy. Based on previous findings showing that social interaction among peers can increase children perspective taking, Bridgeman (1981) hypothesized that Jigsaw intervention might enhance student's role-taking ability. The results showed that 5th grader children in the Jigsaw condition

outperformed both controls (individual control and cooperative control without interdependence) on a task involving taking the role of a cartoon character (i.e., the Chandler' scale, 1973). Author concluded that role-taking tends to be developed in the proper conditions such as the pro-social situation and that Jigsaw interdependent classroom contributed to do it, supporting the Piagetian idea that peer-cooperation can promotes role-taking. In contrast, Bratt (2008, Study 1) reported in a similar population (6th grade), a negative development of empathy after a Jigsaw activity. This result was also replicated among older students, from 8th and 10th grades (Bratt, 2008, Study 2). Moreover, a negative effect between repeated measures of empathy (before and after the intervention) and Condition (Jigsaw vs. traditional control class) was observed. To put it plainly, Jigsaw activity significantly lowered students' levels of empathy compared to a traditional class.

Motivation and Achievement Goals. Studies we reviewed (N=7) brought evidence that Jigsaw can positively influence motivational levels of students during class time (e.g., Berger & Hänze, 2009, 2015; Shaaban, 2006). In longitudinal research (14 weeks, 3 times of measure), Roseth and colleagues (2019) explored the effects of Jigsaw on intrinsic motivation (three dimensions: competence, interest, and relatedness) and academic achievement. The results showed that while attitudes toward cooperative efforts increased, motivation increased across both conditions, as predicted by the social-interdependence theory. Nonetheless, null effects on motivation were found for Jigsaw, suggesting motivation was affected by Jigsaw mixed social psychology (i.e., mixed perceptions of social interdependence and sociocognitive conflict regulation). Ural et al. (2017) also concluded to a positive effect of Jigsaw activity on 6th graders' motivation (i.e., science learning motivation scale).

Another relevant aspect of motivation during academic studies is self-orientation to achievement goals. These goals are dynamic and underlie motivation to pursue an achievement

task according to one's personal standards of competence, either by demonstrating or developing competence. According to the literature, mastery and performance are two forms of competence, related to the motive to acquire new knowledge and skills (mastery) and/or being superior to peers (performance) (Elliott & Murayama, 2008). Hanze and Berger (2007) reported a main effect of mastery orientation on experience of competence (i.e., self-efficacy) but no significant interaction between mastery and method of instruction (Jigsaw vs. traditional class) on experience of competence (see Physics section). Law (2011) showed evidence that Jigsaw students tended to report higher mastery goals than students from the individual learning group. Also, mastery orientation contributed to explain reading performance scores in a multi-factorial regression model (where effect for performance goals were null). Both these studies, raise interesting questions about the role of mastery and performance orientation on academic achievement. Investigating in what extent goal-orientation is susceptible to vary according to instructional methods applied in the classroom, is worthy of further investigation. Finally, most of the studies which have measured Jigsaw effects on motivation showed highly relevant results. Indeed, everything happens as if the method helped to improve the students' interest and intrinsic motivation to learn.

Table 3. *Summary of the results according to Jigsaw version and the population tested.*

Jigsaw version (N=58 articles)	Beneficial effect	Population tested age range (rate)
Original Jigsaw (N=41)	60% (N=25)	6-10 (22%) 11-18 (37%) 18+ (42%)
Jigsaw II (N=7)	85% (N=6)	6-10 (14%) 18+ (86%)
Jigsaw III (N=1)	100%	11-18
Subject Jigsaw (N=5)	100%	18+
Other versions (N=4)	NA	NA

Table 4. *Summary of the results according to comparison group.*

	Comparison group (N=56 studies)	
	Individual learning (N=46)	Cooperative learning (N=11)
Positive effect	67% (N=31)	50% (N=5)
Null effect	28% (N=14)	50% (N=5)
Negative effect	9% (N=6)	10% (N=1)

Note. One study can present multiple findings and multiple comparison groups. Studies by Berger and Hänze (2015); Deiglmayr and Schalk (2015); Perkins and Saris (2001) were not included here.

Attitudes toward the Learning Method. Students were also asked to report their attitudes regarding different features of the teaching (N=22 studies). Hence, we reviewed attitudes towards Jigsaw activity (N=17), subject topics (N=5), or classroom climate (N=3). Finally, that last set of variables help to rise a thorough understanding of the academic results, as it qualitatively describes how the students perceived their work with Jigsaw, in terms of cooperativeness, competitiveness, and if they liked or viewed Jigsaw as efficient enough to learn specific topics. In all the studies reviewed, students declared positive views and attitudes about the Jigsaw methods (N=17). For instance, Perkins and Saris (2001) tested the effects of Jigsaw classroom among undergraduates in a statistical class for a year and assessed for students' ratings about Jigsaw. The results showed positive attitudes toward the method, as Jigsaw was found to be a proper alternative to lectures for the teaching of statistics (88% of the

students choose the most positive choices on the rating scale). Preferences about instructional method can also depend on student achievement level. Huang et al. (2014) showed students who learned with Jigsaw were more satisfied than students from the individual learning group, and that low achievers liked Jigsaw activity better than medium and high achievers. On the contrary, high achievers preferred individual learning to learn at their own pace.

However, Şengül and Katranci (2014) who conducted a within-subject study, found no effect on attitudes toward mathematics after a Jigsaw exposure on geometry learning, among a younger population (i.e., 7th grade). Although a general positive view of the Jigsaw method is observed, participants also declared mistrusts issues during Jigsaw activities (Zacharia, Xenofontos, & Manoli, 2011), lack of comprehension of the topics (Artut & Tarim, 2007) and found learning effortful (Suarez-Cunqueiro et al., 2017).

Summary of the psycho-social outcomes

Jigsaw learning revealed mainly beneficial effects on self-evaluations, as self-efficacy and motivation. Regarding attitudes toward Jigsaw, students from elementary to college grades reported positive perceptions of the method, although attitudes toward subjects (e.g., biology, reading or mathematics) after Jigsaw exposure were more mixed. About self-esteem, which is usually highly correlated with academic achievement, it is noteworthy that the results revealed inconsistent effects of Jigsaw, in conflict with Aronson's main assumptions (1978, 2011). It is possible, however, that the instruments administered in the studies to assess domain-specific self-esteem, were not optimal, as they measured a global self-esteem score. We suggest that multidimensional instruments, measuring for domain-specific self-concepts, and more

specifically academic self-esteem, are promising avenue for investigating whether Jigsaw methods affect self-esteem perceptions.

More importantly, no study to date has contributed to supporting evidence for an effect of Jigsaw - as initially assumed by Aronson and Patnoe (2011) - on cooperative skills, by measuring the development of students' social skills or soft skills (e.g., cooperate, negotiate, share information).

Finally, all the factors screened in the section above have not been tested in mediation analyses (except two studies by Berger & Hanze, 2009; Hanze & Berger, 2007). However, self-efficacy and academic self-concept would have been serious candidates to mediate Jigsaw effects on academic achievement. Previous research demonstrated that self-efficacy is prone to changes according to manipulation of learning context (see Diseth & Kobbeltvedt, 2010; Gao et al., 2020; Moriarty et al., 1995). Therefore, one can assume these variables to increase after Jigsaw learning which in turn, would affect positively academic outcomes.

Discussion

The goal of this review was to provide a comprehensive overview of the effects of Jigsaw cooperative learning technique (Aronson et al., 1978) on the ground of 40 years of research (N=58 articles) conducted either in the field or in laboratories. Firstly, its effects on academic achievement and performance at school have been analyzed. Altogether, 50 studies that have addressed performance in scientific and literary topics, social sciences, or vocational education were synthesized. Effects of Jigsaw on non-academic variables were also examined, as 39 studies have tested for the influence of the method on psychosocial outcomes such as self-

esteem, self-efficacy, intergroup relationships or friendships, and attitudes (e.g., liking school, liking peers).

Results revealed at first sight positive effects on the academic performances as 64% of the studies we reviewed concluded to a beneficial effect of Jigsaw on achievement at school. Still, consensus is far to be reached regarding its effects, neither on academic achievement nor on psycho-social variables. Furthermore, we figured out the results presented in the empirical studies testing for Jigsaw method had to be interpreted cautiously, as several methodological limitations were found in the Jigsaw literature (Moskovitz et al., 1983; Bratt, 2008; Roseth et al., 2019). Below, we summarize for the first time since its creation, the effects obtained with Jigsaw: i) according to the nature of the course, ii) on delayed retention of information, and furthermore, iii) we discuss Jigsaw effects through the theoretical lens of the black box of cooperative learning. Next, we discuss the limitations encountered by the Jigsaw literature. Finally, we present practical recommendations and implications for future research.

According to the results of this review, Jigsaw appeared to be an efficient way to learn at school in a variety of subjects. Now we can say, regarding scientific discipline, that Jigsaw has shown moderated effects on academic achievement (63%) in physics, chemistry, biology, and mathematics. Following the idea those topics are known to require strong involvement of executive functions and cognitive control that predict achievement in science (Nayfeld et al., 2013), it might be assumed that Jigsaw enhanced temporarily cognitive skills of the participants during group stages in these topics. Nonetheless, further research testing for students' cognitive abilities is required, with measurement of prior cognitive levels and mediational analyses to ascertain variation of their executive functioning. In literature and social sciences, 75% of the studies showed that Jigsaw was more efficient than traditional and other group learning instructions. It might be hypothesized that contents such as history or geography, literature, and language (i.e., grammar, reading, or foreign language learning) which are contents rich in

information, could be more adapted to run Jigsaw activities. Density of the information can be split between group's members and more easily processed by the individual learner. These results are congruent with Mattingly and VanSickle (1991) observation that the method (i.e., Jigsaw II) was effective for teaching social sciences. This claim was then disseminated through Slavin's theoretical propositions about cooperative learning that Jigsaw would be more appropriated to learn text contents (e.g., Slavin, 1990). Indeed, we can assume the semantic knowledge related to literary subjects to be more appropriate than reasoning tasks (e.g., resolve a 1st order equation in a mathematics worksheet) to learn with the Jigsaw method. This hypothesis might account for explaining the better success of Jigsaw with the literary subjects but should be documented by more empirical data and moreover, be supported by an experimental procedure testing for contrasting Jigsaw effects on procedural and problem-solving tasks versus fundamental or semantic knowledge ones.

A question of interest is to know whether these effects on academic achievement will be maintained over time. Retention of information after delay has been tested in 8 studies (Gömleksiz, 2007; Sagsoz et al., 2017; Sahin, 2010; 2011, Tran & Lewis, 2012a; Yapici, 2016; Law, 2011) that have all showed benefits of Jigsaw on retests, excepting one study (Souvignier & Kronenberger, 2007). Moreover, growth curves analyses conducted by Roseth et al. (2019) in a longitudinal study (i.e., one semester) revealed one crucial point. In comparison to traditional learning, there was no difference on biology achievement at Time 1 (e.g., 2 weeks after Jigsaw exposure). Nonetheless, while exam scores decreased over time in both conditions, Jigsaw helped students to maintain a higher exam score than in the control condition, till the end of the semester (e.g., 13 weeks later). Hence, the Jigsaw achievement trajectory overtime was non-linear. Similar results were observed by Sagsoz et al. (2017) in dental education. Although posttest revealed no difference between conditions, performance on retention test was higher for Jigsaw students and did not decrease after a delay. Once again, the Jigsaw

achievement trajectory was non-linear. We are thoroughly convinced these results should be interpreted regarding long-term memory processes encouraged by social cues. According to social constructivists models outlined by theorists Piaget (1926) and Vygotsky (1978), learning depends on social contexts as social interaction with peers tends to develop one's knowledge. Hence, Jigsaw seems to be a favorable situation to get the student active in its acquisitions as he/she constructs knowledge instead of 'observing' knowledge (e.g., during lecture session or teaching-centered learning). Thus, collaborative learning can enhance individual memory under specific circumstances (Congleton & Rajaram, 2011; Rajaram & Pereira-Pasarin, 2007; 2010) resulting in gains on recall and recognition performance. We argue that positive outcomes of Jigsaw on long-term memory achievement could be explained as resulting of a social effect on episodic memory categories. When a group member acts as a source of information, a double coding of the information (episodic and semantic) should contribute to a deeper retention. Moreover, individual characteristics of group members will be encoded as episodic clues that can help to activate information again during further retention tests.

Surprisingly, we noticed that a small number of studies have examined the explanatory mechanisms related to Jigsaw effects on academic performance. Only two studies have investigated mediating links between instructional methods and motivation (Hanze & Berger, 2007; Berger & Hanze, 2009). These empirical pieces of evidence brought light on the role played by the feeling of competence and the feeling of autonomy during Jigsaw learning. If the former increased, the second decreased. According to Berger and Hanze (2009) this is mainly due to interactions within Experts' groups that have favored the experience of competence, which in turn have affected intrinsic motivation items. Conversely, Jigsaw classroom reduced student's feeling of autonomy due to its high-level of structuration and demanding timeline. However, these mediators were not tested within integrative models setting academic achievement as the outcome variable. Moreover, other interpretations we found in the current

literature do not appear to be sufficient to explain Jigsaw effects in other terms than this old trivial rhetoric ‘social interdependence can enhance achievement at school’. To better understand Jigsaw effects on learner’s cognition, we assume the cognitive load theory (CLT, Paas, Renkl, & Sweller, 2003, 2004) to be a relevant approach. As learning can depend on human cognitive architecture and schema acquisition (Sweller, 1988), conditions of learning appear to change the way people will encode and retrieve information. For instance, as pointed out by the tenets of the CLT, group learning would be more efficient than individual learning when a task is complex. The more complex the task, the more cooperative learning can support students and lead to positive outcomes. Conversely, in a low difficulty-level task, individual learning would be more efficient than cooperative one. Furthermore, perception of the complexity of the task may depend on the amount of cognitive load shared (or not) between individuals working together. Indeed, when cooperative learning involves performing a task as a group, information as well as cognitive resources can be divided among group members and thus contribute to the success of the ongoing task (see Kirschner et al., 2009b, for the collective working memory effect hypothesis). Within Jigsaw classroom, this is exactly what happens as the third part of the procedure implies to put together information to build common knowledge (i.e., the Jigsaw groups). Two studies testing for cognitive load effect during cooperation with Jigsaw found the opposite effect. Moreno (2009) reported higher perception of cognitive load in the Jigsaw condition, in comparison to individual condition. Furthermore, Nebel and colleagues (2017) assumed that interdependence with a Jigsaw-like method would result in a lower cognitive load than their non-interdependent condition. Instead, no difference was found between conditions, still, Jigsaw-like students reported higher level of mental effort. Both these results converge to the idea that perceived cognitive load should be higher in Jigsaw activity but would not have deleterious effect on performance and learning.

Despite these empirical results, this cognitive load reduction hypothesis could explain why Jigsaw can enhance performance of students as observed in the current review. Most of all, a cognitive load reduction effect could have an impact on low-achiever students. That leads us to an auxiliary hypothesis, the ‘push-up effect of Jigsaw’ that strengthens equity among students. Only 3 studies tested and found that students from the minorities and low achievers were the ones helped the most by Jigsaw. What if Jigsaw was efficient enough to enhance grades and performance of certain categories of students only? That would have driven mean achievement scores of the group, fostering Jigsaw method instead of the comparison groups. Inter-individual differences in cooperative learning are indeed worth of interest in educational fields and it appears that some studies we reviewed showed beneficial effects of Jigsaw in low-achiever students (Deiglmayr & Schalk, 2015; Huang et al., 2014), but not in one study (Artut & Tarim, 2007). Lucker and colleagues (1976) explained this effect as linked to the presence of high-achievers in the Jigsaw group who might have contributed to enhance their low-achievers teammates’ performance. Also, the authors assumed that motivation levels of the low achievers might have increased in the same way that performance increases. This view is consistent with Moreno’s findings (2008), who showed that Jigsaw allowed for better transmission of the information during cooperation, resulting in efficient learning, despite high cognitive load perception of the task. Nonetheless, this explanation still needs empirical support. Indeed, neither group-level analyses nor moderation analyses were run to explore these promising assumptions.

Limitations

Certain reservations must be expressed concerning the clarity and the trustworthiness of the results we collected. Against all odds, we would have expected slightly more studies for the 40 years period of development of Jigsaw. Instead, a small number of publications were

available to substantiate Aronson's main claims, namely that Jigsaw can lead to 'better learning' and improve social relationships in the classroom. Above all, it is now obvious that several strong issues and experimental flaws were associated with the literature we canvassed.

On the first hand, we had to exclude a wealth of studies from our inclusion procedure (N=93). We identified many non-experimental papers qualified as 'report studies' which were thought to be devoted to the teaching community and did not support any experimental approach. Those articles were either case studies or implementation reports testing for Jigsaw efficiency in the classroom. Even if the goal of such publications were to introduce Jigsaw method towards educational practitioners, the reader should be warned they were loads of methodological flaws. Moreover, these articles do not satisfy the quality standards one should expect when reading scientific literature (not surprisingly, they were not published in peer-reviewed academic journals). First, a wealth of studies was conducted in an unorthodox fashion, without any comparison group (neither a control group nor a pretest). Without comparison point, it is not possible to conclude about the effects of cooperation on achievement and learning, independently from classroom context or teacher's role (e.g., enthusiasm and motivation to implement a brand-new teaching method). Another massive issue regarding the interpretation of the results is that some studies ran adequate analyses but did not disentangle the modalities of the learning variable, while different learning methods were used (e.g., Slavin & Karweit, 1981). This leads to a confused view of the distinct effects of the teaching approaches, which are directly compared as one single block to the control group (e.g., individual learning). Even if this flaw was disclosed by Moskowitz et al. (1983), it still persists in more recent experimental studies (e.g., Goudas & Magotsiou, 2009; Gull & Shehzad, 2015). Finally, one last issue is directly related to the changes carried out in the Jigsaw procedure. There were several numbers of modifications in the studies we collected, from very minor to serious changes in the Jigsaw implementation. For instance, a return of the participants in the

Expert groups was allowed at the end of the procedure in case of lack of understanding (Gambari & Yusuf, 2017), or also the Expert groups were not implemented during the Jigsaw activity (e.g., Jones, Graham, & Schaller, 2012).

On the other hand, some research teams made the job properly by running experimental design or quasi-experimental design, hence contributing to the scientific findings that have been exposed in the current review. However, we need to draw the reader's attention to the following methodological shortcomings of these experiments. First, we noticed the glaring omission of information about some studies' population, measures, and procedure. Indeed, among the 59 studies we exposed here, we were surprised by the lack of details about: i) the contents of the lesson or about the procedure (timing phases), ii) the instructions for the control groups (i.e., working phases, material, role of the teacher), iii) the sample (i.e., grade, age, level), and iv) size and composition of the group (i.e., homogenous or heterogeneous abilities).

Another noteworthy limitation was the use of identical assessment instruments to measure academic performance and learning. Most of the studies we reviewed did not test academic achievement by using parallel versions of the material. Students were given the same tests at the beginning and the end of the study. However, the interpretation of changes on test-retest scores can be biased by a well-known phenomenon called 'testing effect' (also called tested-enhanced learning or practice testing) that is associated with memories of the initial test and its answers resulting in gains on late test performance (see Zhou & Cao, 2020, for an example applied to certification and licensure assessment). Indeed, multiple exposure to the same material can enhance recall and recognition during achievement tasks that can artificially enhance learning scores. Moreover, when students study pedagogical contents before taking exams, a common strategy is to proceed with information under active learning. That means not using only classical rehearsal of the target information, but also training oneself to be tested on the material to learn. Altogether, these effects can explain increases of the variance on

posttest measurement consecutive to the Jigsaw exposure. Finally, experimental design with repeated measures is encouraged if order and practice effects are considered by counterbalancing treatments and controlling for the use of parallel material. Therefore, the greater recommendation is to use different pretest and posttest to avoid the learning effects that in turn, can generate psychometric biases.

Furthermore, one crucial point that needs to be highlighted is the lack of information reported in the studies that are usually used to perform meta-analyses. There was a limited number of details regarding the required statistical parameters to compute the mean effect sizes (i.e., sample size, standard errors, test mean scores on pretest and posttest, pre-post correlations). Effect size is straightforward to compute and allows researchers to get concise and pragmatic information about the magnitude of the difference between their experimental and control conditions on a given variable (e.g., the academic achievement). Quantify how big is the difference between teaching approaches is still a useful parameter for anyone interested in applying Jigsaw in the classroom. Moreover, there is a risk for statistical heterogeneity (inconsistency between studies) across the studies we collected. According to Higgins et al. (2021), in the presence of considerable variation in the direction of the results, it might be misleading to compute a global effect size for one intervention effect. Also, as meta-analyses reflect findings from studies included, performing a meta-analysis on Jigsaw articles would have reflected a biased effect size, not the true effect. Moreover, the clinical diversity was small, suggesting weak clinical heterogeneity (see Higgins et al., 2021). For a consequent number of potential moderators that can account to explain difference of effects between studies (e.g., comparison condition, intervention design, population, Jigsaw version), the variability was small. For instance, population tested was mainly undergraduate students (Table 3) and original Jigsaw was the most employed across studies. These issues can account for the fact that no past neither recent meta-analyses about Jigsaw method have been conducted yet.

Another limitation is the lack of appropriate statistical analyses to examine data from the educational field. Most of the authors performed classical statistics such as one-way ANOVAs or independent t-tests (Ordinary Least Squares models), with instruction learning as independent factor and academic achievement or socio-affective outcomes as response variables. Surprisingly, factors such as gender, age, academic level, socio-economic status, or socio-affective outcomes (e.g., intrinsic motivation) were barely tested as moderator of the academic performance. Yet, linear models testing for interaction between instruction learning condition and these factors (e.g., multiple regression models) would bring light on conditions of success and failure of Jigsaw method, explaining for who and in which circumstances this instructional procedure is working. Moreover, mediation and path analyses that allow to test for 'causal' inferences were scarcely used by researchers testing for Jigsaw intervention. To date, group processes and individual mechanisms (be they either cognitive or social) associated with Jigsaw learning are still unknown and deserve a better understanding.

Finally, one of the main caveats of this literature is that basic assumptions of the OLS models (Ordinary Least Squares), such as homoscedasticity, interdependence of cases, and normality of the distribution are often violated with data coming from educational field (Bressoux, 2007). Because data are nested, every observation (i.e., student) can be influenced the same way by environmental macro-units (teacher, classroom, school). That means that the estimated parameters cannot be independent from each other and will not follow the prior assumptions. One solution to this issue is to apply multilevel models that are appropriate to analyze the effects from a global environment and specifically the links between inter-individual observations and factors of interest (see Bressoux, 2020, for an application to educational data). Indeed, multilevel models assume non-independent errors, heteroscedasticity and do not require normally distributed data.

Faced with such dubious quality articles, the legitimate question that arises is to know to what extent scholars but also teachers and educational practitioners can trust the findings offered by the free-access Jigsaw literature but also from the academic peer-reviewed publications.

Practical implications and future research

Limitations aside, Jigsaw method has revealed how the introduction of social interdependence in the classroom could contribute to improving some of the main predictors of the academic achievement, as self-efficacy and academic self-esteem. Studies we reviewed offered evidence that Jigsaw had positive effects on socio-affective variables (but not on intergroup relationships as historically claimed by Aronson). Now, the question is to know whether such benefits are linked to the division of the pedagogical material, the resource interdependence, the individual accountability, or all these Jigsaw components at once. Our results (see Table 3) nonetheless suggest a potential version effect, supporting Jigsaw II (developed by Slavin, 1980b) and further modified versions that have reduced the level of knowledge interdependence (see Deiglmayr & Schalk, 2015, for the manipulation of weak-versus strong-knowledge interdependence) or strengthened the reward interdependence (Roseth et al., 2019). Moreover, even if the original method does not describe any competitive trends, Roseth et al. (2019) recently pointed out the relevant fact that competitiveness can occur even during Expert phase as members may work individually to perform and get individual skills and knowledge. Social comparison processes can also compete with cooperation such as necessary information about the lesson could be hired by individuals. Consequently, expert stage might be considered as a more independent than interdependent process. Finally, one should note that Jigsaw method is not only a cooperative learning method but is structured as a blend between individual and cooperative phases.

Another aspect of the results is the implementation of Jigsaw within technologies (as a Jigsaw 2.0). Since the nineties, many reports pointed out the role of new technologies in education and research have started paying attention to the way these new supports of communication could be developed in the educational fields. Sifting through all the information coming from the internet (especially from social networks and media platforms) is now an essential part of the millennial generation everyday life. Hence, one should expect the education policies to accompany the development of new skills and promote technologies into the classroom. More importantly, these technologies (i.e., internet, software, and hardware) blended with evidence-based strategies in education such as collaboration are currently investigated as a potential medium for learning (for extensive reviews, see Chen et al., 2018; Jeong et al., 2019 in STEM education).

According to this perspective, similar works have been conducted to implement Jigsaw method within hardware such as computer (Deiglmayr & Schalk, 2015; Gambari & Yusuf, 2016, Huang et al., 2011; Moreno, 2009; Nebel et al., 2017; Zacharia et al., 2011), mobile (Parsazadeh et al., 2018), and tablet (Huang et al., 2014). Main finding collected in these studies was a qualitatively greater level of social interactions, which contributed to positive views about the instructional procedure and a crucial role in learning gains. Therefore, Jigsaw as a computer-learning script seems to be a successful way to develop social skills such as communication, coordination, and transmission of the information between the students. Once again, more empirical studies are expected to confirm such encouraging findings.

Future studies should seek to extend process-oriented research in cooperative learning (Janssen et al., 2010) by arising interest in mechanisms occurring during Jigsaw learning instead of repeating product-centered research that answers exclusively to the question of whether Jigsaw is better than other learning instructional methods. It is now evident there is an urge to clarify the Jigsaw literature by asking how its effects influence academic achievement and self-

regulation. As suggested by Roseth et al. (2019), one possibility should be breaking down the different stages of Jigsaw to clarify the processes occurring when students are in the Experts or the Jigsaw groups. It would be possible that Expert group, that underpins peer-tutoring, contributed in higher part of the changes on academic achievement and/or social regulation. To explore this assumption, not only specific experimental design is needed but also the use of modern statistical analyses (e.g., Generalized Linear Model).

Eventually, this review draws a contrasting pattern of results regarding Jigsaw effects on academic achievement. According to the present findings (see Table 2 and Table 4), Jigsaw should not substitute traditional learning (e.g., lecture-based) when teaching one course. Academic performances and more specifically graduation (e.g., for admission to university) should not rely exclusively on course taught through the Jigsaw method. Therefore, we strongly recommend using the Jigsaw method as a complementary activity in the classroom, either to teach pedagogical contents or for structuring revision sessions.

References

References marked with an asterisk indicate studies included in the review.

- *Arslan, A. (2016). Effect of Jigsaw I technique on teaching Turkish grammar. *Educational Research and Reviews*, 11(8), 635–641.
- *Artut, P. D., & Tarim, K. (2007). The effectiveness of jigsaw II on prospective elementary school teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 35(2), 129–141. <https://doi.org/10.1080/13598660701268551>
- *Basyah, N. A., Muslem, A., & Usman, B. (2018). The effectiveness of using the jigsaw model to improve students' economics teaching-learning achievement. *The New Educational Review*, 51, 30–40. <https://doi.org/10.15804/tner.2018.51.1.02>
- *Blaney, N. T., Stephan, C., Rosenfield, D., Aronson, E., & Sikes, J. (1977). Interdependence in the classroom: A field study. *Journal of Educational Psychology*, 69(2), 121–128. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.69.2.121>
- *Berger, R., & Hänze, M. (2009). Comparison of two small-group learning methods in 12th-grade physics classes focusing on intrinsic motivation and academic performance. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1511–1527. <https://doi.org/10.1080/09500690802116289>
- *Berger, R., & Hänze, M. (2015). Impact of expert teaching quality on novice academic Performance in the jigsaw cooperative learning method. *International Journal of Science Education*, 37(2), 294–320. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.985757>
- *Bratt, C. (2008). The jigsaw classroom under test: No effect on intergroup relations evident. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 18(5), 403–419. <https://doi.org/10.1002/casp.946>
- *Bridgeman, D. L. (1981). Enhanced role taking through cooperative interdependence: A field study. *Child Development*, 52, 1231–1238. <https://doi.org/10.2307/1129511>
- *Crone, T. S., & Portillo, M. C. (2013). Jigsaw variations and attitudes about learning and the self in cognitive psychology. *Teaching of Psychology*, 40(3), 246–251. <https://doi.org/10.1177/0098628313487451>
- *Darnon, C., Buchs, C., & Desbar, D. (2012). The jigsaw technique and self-efficacy of vocational training students: A practice report. *European Journal of Psychology of Education*, 27(3), 439–449. <https://doi.org/10.1007/s10212-011-0091-4>
- *Deiglmayr, A., & Schalk, L. (2015). Weak versus strong knowledge interdependence: A comparison of two rationales for distributing information among learners in collaborative learning settings. *Learning and Instruction*, 40, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.08.003>
- *Desforjes, D. M., Lord, C. G., Ramsey, S. L., Mason, J. A., Van Leeuwen, M. D., West, S. C., & Lepper, M. R. (1991). Effects of Structured Cooperative Contact on Changing Negative Attitudes Toward Stigmatized Social Groups. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(4), 531–544. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.60.4.531>
- *Doymus, K. (2007). Effects of a cooperative learning strategy on teaching and learning phases of matter and one-component phase diagrams. *Journal of Chemical Education*, 84(11), 1857–1860. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
- *Doymus, K. (2008). Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique. *Research in*

- Science Education*, 38(2), 249–260. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9047-8>
- *Doymus, K., Karacop, A., & Şimşek, U. (2010). Effects of jigsaw and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. *Educational technology research and development*, 58(6), 671–691. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9157-2>
- *Evcim, H., & İpek, Ö. F. (2013). Effects of jigsaw II on academic achievement in English prep classes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 70, 1651–1659. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.01.236>
- *Ghaith, G., & El-Malak, M. A. (2004). Effect of Jigsaw II on literal and higher order EFL reading comprehension. *Educational Research and Evaluation*, 10(2), 105–115. <https://doi.org/10.1076/edre.10.2.105.27906>
- *Göçer, A. (2010). A comparative research on the effectivity of cooperative learning method and jigsaw technique on teaching literary genres. *Educational Research and Reviews*, 5(8), 439–445.
- *Gömlükçi, M. N. (2007). Effectiveness of cooperative learning (jigsaw II) method in teaching English as a foreign language to engineering students (Case of Firat University, Turkey). *European journal of engineering education*, 32(5), 613–625. <https://doi.org/10.1080/03043790701433343>
- *Hänze, M., & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17(1), 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.11.004>
- *Hornby, G. (2009). The effectiveness of cooperative learning with trainee teachers. *Journal of Education for Teaching*, 35(2), 161–168. <https://doi.org/10.1080/02607470902771045>
- *Huang, T. C., Huang, Y. M., & Yu, F. Y. (2011). Cooperative weblog learning in higher education: Its facilitating effects on social interaction, time lag, and cognitive load. *Educational Technology and Society*, 14(1), 95–106.
- *Huang, Y.-M., Liao, Y.-W., Huang, S.-H., & Chen, H.-C. (2014). A jigsaw-based cooperative learning approach to improve learning outcomes for mobile situated learning. *Educational Technology & Society*, 17 (1), 128–140.
- *Karacop, A., & Doymus, K. (2013). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 186–203. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9385-9>
- *Kilic, D. (2008). The effect of the jigsaw technique on learning the concepts of the principles and methods of teaching. *World applied sciences journal*, 4(1), 109–114.
- *Koç, Y., Doymuş, K., Karaçöp, A., & Şimşek, Ü. (2010). The effects of two cooperative learning strategies on the teaching and learning of the topics of chemical kinetics. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2), 52–65.
- *Lai, C. Y., & Wu, C. C. (2006). Using handhelds in a jigsaw cooperative learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(4), 284–297. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00176.x>
- *Law, Y. K. (2011). The effects of cooperative learning on enhancing Hong Kong fifth

- graders' achievement goals, autonomous motivation and reading proficiency. *Journal of Research in Reading*, 34(4), 402–425.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2010.01445.x>
- *Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, J. H. (1994). Learning science in a cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1121–1131.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660311006>
- *Lucker, G. W., Rosenfield, D., Sikes, J., & Aronson, E. (1976). Performance in the interdependent classroom: A field study. *American Educational Research Journal*, 13(2), 115–123. <https://doi.org/10.3102%2F00028312013002115>
- *Moreno, R. (2009). Constructing knowledge with an agent-based instructional program: A comparison of cooperative and individual meaning making. *Learning and Instruction*, 19(5), 433–444. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.018>
- *Moskowitz, J. M., Malvin, J. H., Schaeffer, G. A., & Schaps, E. (1983). Evaluation of a cooperative learning strategy. *American Educational Research Journal*, 20(4), 687–696. <https://doi.org/10.3102/00028312020004687>
- *Moskowitz, J. M., Malvin, J. H., Schaeffer, G. A., & Schaps, E. (1985). Evaluation of jigsaw, a cooperative learning technique. *Contemporary Educational Psychology*, 10(2), 104–112. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(85\)90011-6](https://doi.org/10.1016/0361-476X(85)90011-6)
- *Mutlu, A. (2018). Comparison of two different techniques of cooperative learning approach: Undergraduates' conceptual understanding in the context of hormone biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(2), 114–120.
<https://doi.org/10.1002/bmb.21097>
- *Nebel, S., Schneider, S., Beege, M., Kolda, F., Mackiewicz, V., & Rey, G. D. (2017). You cannot do this alone! Increasing task interdependence in cooperative educational videogames to encourage collaboration. *Educational Technology Research and Development*, 65(4), 993–1014. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9511-8>
- *Parsazadeh, N., Ali, R., & Rezaei, M. (2018). A framework for cooperative and interactive mobile learning to improve online information evaluation skills. *Computers & Education*, 120, 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.010>
- *Perkins, D. V., & Saris, R. N. (2001). A jigsaw classroom technique for undergraduate statistics courses. *Teaching of Psychology*, 28(2), 111–113.
https://doi.org/10.1207/S15328023TOP2802_09
- *Rimani Nikou, F., Alavinia, P., & Karimzadeh, N. (2013). The effect of using jigsaw to enhance female Iranian intermediate EFL learners' oral proficiency. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(9), 315–326.
- *Roseth, C. J., Lee, Y. K., & Saltarelli, W. A. (2019). Reconsidering jigsaw social psychology: Longitudinal effects on social interdependence, sociocognitive conflict regulation, motivation, and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 111(1), 149–169. <https://doi.org/10.1037/edu0000257>
- *Sagsoz, O., Karatas, O., Turel, V., Yildiz, M., & Kaya, E. (2017). Effectiveness of jigsaw learning compared to lecture-based learning in dental education. *European Journal of Dental Education*, 21(1), 28–32. <https://doi.org/10.1111/eje.12174>
- *Şahin, A. (2010). Effects of jigsaw II technique on academic achievement and attitudes to

- written expression course. *Educational Research and Reviews*, 5(12), 777–787.
- *Şahin, A. (2011). Effects of jigsaw III technique on achievement in written expression. *Asia-Pacific Education Review*, 12(3), 427–435. <https://doi.org/10.1007/s12564-010-9135-8>
- *Santos Rego, M. A., & Moledo, M. D. M. L. (2005). Promoting interculturality in Spain: Assessing the use of the jigsaw classroom method. *Intercultural Education*, 16(3), 293–301. <https://doi.org/10.1080/14675980500212020>
- *Şengül, S., & Katranci, Y. (2014). Effects of jigsaw technique on seventh grade primary school students' attitude towards mathematics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 339–344. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.218>
- *Shaaban, K. (2006). An initial study of the effects of cooperative learning on reading comprehension, vocabulary acquisition, and motivation to read. *Reading Psychology*, 27(5), 377–403. <https://doi.org/10.1080/02702710600846613>
- *Sligh, D. F. (2005). Assessment of the use of the jigsaw method and active learning in non-majors, introductory biology. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 31(4), 4–10.
- *Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 755–771. <https://doi.org/10.1348/000709906X173297>
- *Suárez-Cunqueiro, M. M., Gándara-Lorenzo, D., Mariño-Pérez, R., Piñeiro-Abalo, S., Pérez-López, D., & Tomás, I. (2017). Cooperative learning in 'Special needs in dentistry' for undergraduate students using the jigsaw approach. *European Journal of Dental Education*, 21(4), e64–e71. <https://doi.org/10.1111/eje.12221>
- *Tarhan, L., & Acar Sesen, B. (2012). Jigsaw cooperative learning: Acid-base theories. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 307–313. <https://doi.org/10.1039/C2RP90004A>
- *Tarhan, L., Ayyıldız, Y., Ogunc, A., & Acar Sesen, B. (2013). A jigsaw cooperative learning application in elementary science and technology lessons: Physical and chemical changes. *Research in Science & Technological Education*, 31(2), 184–203. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.811404>
- *Theobald, E. J., Eddy, S. L., Grunspan, D. Z., Wiggins, B. L., & Crowe, A. J. (2017). Student perception of group dynamics predicts individual performance: Comfort and equity matter. *PLoS ONE*, 12(7), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181336>
- *Tran, V. D., & Lewis, R. R. (2012a, February). Effects of cooperative learning on students at An Giang university in Vietnam. *International Education Studies*, 5(1), 86–99. <https://doi.org/10.5539/ies.v5n1p86>
- *Ural, E., Ercan, O., & Gençođlan, D. M. (2017). The effect of jigsaw technique on 6th graders' learning of force and motion unit and their science attitudes and motivation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(1), 1–21.
- *Walker, I., & Crogan, M. (1998). Academic performance, prejudice, and the jigsaw classroom: new pieces to the puzzle. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 8(6), 381–393. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1298\(199811/12\)8:6%3C381::AID-CASP457%3E3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1298(199811/12)8:6%3C381::AID-CASP457%3E3.0.CO;2-6)
- *Wilson, J. A., Pegram, A. H., Battise, D. M., & Robinson, A. M. (2017). Traditional lecture

versus jigsaw learning method for teaching Medication Therapy Management (MTM) core elements. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 9(6), 1151–1159.
<https://doi.org/10.1016/j.cptl.2017.07.028>

*Yapici, H. (2016). Use of jigsaw technique to teach the unit “Science within time” in secondary 7th grade social sciences course and students’ views on this technique. *Educational Research and Reviews*, 11(8), 773–780.
<https://doi.org/10.5897/ERR2016.2728>

*Zacharia, Z. C., Xenofontos, N. A., & Manoli, C. C. (2011). The effect of two different cooperative approaches on students’ learning and practices within the context of a WebQuest science investigation. *Educational Technology Research and Development*, 59(3), 399–424. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9181-2>

*Ziegler, S. (1981). The effectiveness of cooperative learning teams for increasing cross-ethnic friendship: Additional evidence. *Human Organization*, 40(3), 264–268.
<https://doi.org/10.17730/humo.40.3.0m0q1143143r4x44>

Manuscript references

- Alavi, M. (1994). Computer-mediated collaborative learning: An empirical evaluation. *MIS Quarterly*, 18(2), 159–174. <https://doi.org/10.2307/249763>
- Allport, G. W. (1954). *The nature of prejudice*. Cambridge MA: Addison-Wesley Press.
- Andrews, J. J., & Rapp, D. N. (2015). Benefits, costs, and challenges of collaboration for learning and memory. *Translational Issues in Psychological Science*, 1(2), 182–191. <https://doi.org/10.1037/tps0000025>
- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J. & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Sage Publishing Company.
- Aronson, E., & Bridgeman, D. (1979). Jigsaw groups and the desegregated classroom: In pursuit of common goals. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 5(4), 438–446. <https://doi.org/10.1177/014616727900500405>
- Aronson, E., & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method* (3rd ed.). London, UK: Pinter & Martin.
- Ashman, A. F., & Gillies, R. (2003). *Cooperative learning: The social and intellectual outcomes of learning in groups*. Routledge.
- Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A., & Tsai, C.-C. (2018). The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 88(6), 799–843. <https://doi.org/10.3102/0034654318791584>
- Congleton, A. R., & Rajaram, S. (2011). The influence of learning methods on collaboration: Prior repeated retrieval enhances retrieval organization, abolishes collaborative inhibition, and promotes post-collaborative memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(4), 535–551. <https://doi.org/10.1037/a0024308>
- Diseth, Å., & Kobbeltvedt, T. (2010). A mediation analysis of achievement motives, goals, learning strategies, and academic achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 80(4), 671–687. <https://doi.org/10.1348/000709910X492432>
- Echazarra, A., Salinas, D., Méndez, I., Denis, V. & Rech, G. (2016). How teachers teach and students learn: Successful strategies for school. *OECD Education Working Paper*, No. 130, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jm29kpt0xxx-en>
- Falchikov, N. (2001). *Learning together: Peer tutoring in higher education*. London: Routledge.
- Jones, T. N., Graham, K. J., & Schaller, C. P. (2012). A jigsaw classroom activity for learning IR analysis in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89(10), 1293–1294. <https://doi.org/10.1021/ed200334n>
- Gambari, I. A., & Yusuf, M. O. (2016). Effects of computer-assisted Jigsaw II cooperative learning strategy on physics achievement and retention. *Contemporary Educational Technology*, 7(4), 352–367.
- Gao, S., Long, H., Li, D., & Yang, L. (2020). The mediation effect of student self-efficacy between teaching approaches and science achievement: Findings from 2011 TIMSS US data. *Social Psychology of Education*, 23(2), 385–410. <https://doi.org/10.1007/s11218-019-09534-1>
- Goudas, M., & Magotsiou, E. (2009). The effects of a cooperative physical education program on students' social skills. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21(3), 356–364.

- <https://doi.org/10.1080/10413200903026058>
- Gull, F., & Shehzad, S. (2015). Effects of Cooperative Learning on Students' Academic Achievement. *Journal of Education and Learning*, 9(3), 246–255.
<https://doi.org/10.11591/edulearn.v9i3.2071>
- Hedeen, T. (2003). The reverse jigsaw: A process of cooperative learning and discussion. *Teaching Sociology*, 31(3), 325–332. <https://doi.org/10.2307/3211330>
- Hertz-Lazarowitz, R., Kagan, S., Sharan, S., Slavin, R., & Webb, C. (Eds). (1985). *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn*. Springer Science & Business Media.
- Holliday, D. C. (2000). The development of Jigsaw IV in a secondary social studies classroom. Paper presented at the 2000 Midwest Educational Research Association (MWERA) *Annual Conference in Chicago, IL*.
- Jansoon, N., Somsook, E., & Coll, R. K. (2008). Thai undergraduate chemistry practical learning experiences using the Jigsaw II method. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 31(2), 178-200.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E., & Jo, K. (2019). Ten years of computer-supported collaborative learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–2014. *Educational Research Review*, 28, 100284.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100284>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). What makes cooperative learning work. In D. Kluge, S. McGuire, D. Johnson, & R. Johnson (Eds), *JALT applied materials: cooperative learning* (pp. 23–36). Tokyo: Japan Association for Language Teaching.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). *Cooperative learning methods: A meta-analysis*. Minneapolis: University of Minnesota, Cooperative Learning Center.
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009b). Individual and group-based learning from complex cognitive tasks: Effects on retention and transfer efficiency. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.008>
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*, 10, 133–149.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.02.002>
- Moriarty B, Douglas G, Punch K, Hattie J. (1995). The importance of self-efficacy as a mediating variable between learning environments and achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 65(1), 73–84.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1995.tb01132.x>.
- Nayfeld, I., Fuccillo, J., & Greenfield, D. B. (2013). Executive functions in early learning: Extending the relationship between executive functions and school readiness to science. *Learning and Individual Differences*, 26, 81–88.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.04.011>
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1–4.
https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 1–8. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>

- Rajaram, S., & Pereira-Pasarin, L.P. (2007). Collaboration can improve individual recognition memory: Evidence from immediate and delayed tests. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(1), 95–100. <https://doi.org/10.3758/bf03194034>
- Rajaram, S., & Pereira-Pasarin, L. P. (2010). Collaborative Memory: Cognitive Research and Theory. *Perspectives on Psychological Science*, *5*(6), 649–663. <https://doi.org/10.1177/1745691610388763>
- Roseth, C. J., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2008). Promoting early adolescents' achievement and peer relationships: The effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures. *Psychological bulletin*, *134*(2), 223–246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.2.223>
- Slavin, R. E. (1980b). *Using Student Team Learning: Revised edition*. Baltimore, MC: Center for Social Organization of Schools. The Johns Hopkins University.
- Slavin, R. E. (1987). *Cooperative learning: Student teams, what research says to teachers* (2nd ed.). Washington, DC: Professional Library National Education Association.
- Slavin, R. E. (1983). *Cooperative learning*. New York: Longman.
- Slavin, R. E. (1996). Research for the future. Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, *21*, 43–69. <https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0004>
- Slavin, R. E. (2012). *Classroom applications of cooperative learning*. In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, A. G. Bus, S. Major, & H. L. Swanson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA educational psychology handbook, Vol. 3. Application to learning and teaching* (p. 359–378). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13275-014>
- Slavin, R. E., & Karweit, N. L. (1981). Cognitive and affective outcomes of an intensive student team learning experience. *The Journal of Experimental Education*, *50*(1), 29–35. <https://doi.org/10.1080/00220973.1981.11011797>
- Stahl, R. (Ed). (1994). *Cooperative learning in social studies: A handbook for teachers*. Menlo Park, CA: Addison Wesley Publishing.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Tomcho, T. J., & Foels, R. (2012). Meta-Analysis of Group Learning Activities: Empirically Based Teaching Recommendations. *Teaching of Psychology*, *39*(3), 159–169. <https://doi.org/10.1177/0098628312450414>
- Valentine, J. C., DuBois, D. L., & Cooper, H. (2004). *The Relation Between Self-Beliefs and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review*. *Educational Psychologist*, *39*(2), 111–133. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_3

CHAPITRE 2 – FACTEURS MEDIATEURS ET MODERATEURS DE L'APPRENTISSAGE COOPERATIF JIGSAW

“Despite the large number of studies comparing the relative impact of cooperative, competitive, and individualistic learning situations on achievement and relationships among, the processes that mediate or moderate the relationship between cooperation and productivity, and interpersonal attraction have been relatively ignored.” (Johnson & Johnson, 1985, p 113).

La revue systématique réalisée sur les travaux portant sur la période 1978-2018 (voir Chapitre 1) a révélé les difficultés d’une littérature, tant sur le plan méthodologique que théorique, à confirmer les hypothèses initiales d’Eliot Aronson (1978) quant aux bénéfices de la méthode Jigsaw. Parmi les attentes fortes autour de Jigsaw, l’interdépendance positive en classe telle que structurée par la méthode est supposée réduire les préjugés à l’égard des minorités ethniques en encourageant l’égalité au sein des groupes, améliorer l’estime de soi des élèves en raison de la réduction de la compétition en classe, et *in fine* accroître les performances scolaires (chez les élèves issus des minorités ethniques principalement). Les preuves empiriques, jugées peu convaincantes par la communauté scientifique (Moskowitz et al., 1985; Roseth et al., 2019), puis requalifiées dans notre travail de synthèse (Chapitre 1), témoignent de la nécessité de poursuivre les travaux sur Jigsaw à un niveau expérimental, mais surtout d’identifier les conditions dans lesquelles cette méthode est efficace pour les apprentissages scolaires.

A ce jour, nous n’avons recensé aucune étude faisant état des mécanismes cognitifs (e.g., mémoire de travail, attention, flexibilité mentale) à l’œuvre lors de l’apprentissage avec Jigsaw. Les quelques travaux ayant testé des mécanismes explicatifs pour rendre compte des effets de la méthode dans les apprentissages scolaires se sont focalisés sur des dimensions motivationnelles (Roseth et al., 2019) ou socio-affectives (Berger & Hänze, 2009; Hänze & Berger, 2007). L’une des raisons principales pouvant expliquer la centration sur ces variables, est que la recherche sur l’apprentissage coopératif conduite les dernières décennies est surtout orientée sur l’efficacité de la coopération et non pas sur les processus sous-jacents qui régissent

cette efficacité (Dillenbourg et al., 1996, cité dans Janssen et al., 2010). La majorité des travaux empiriques conduits jusqu'à présent sur Jigsaw soutient en effet une approche basée sur le résultat (le produit de l'intervention), c'est-à-dire qui s'attache à démontrer les effets d'un type de scénario pédagogique sur une variable dépendante, la plupart du temps une performance scolaire, en comparaison à un groupe contrôle. Ceci dans l'idée de déterminer quelle serait la meilleure méthode d'apprentissage scolaire, ou la configuration de travail la plus efficace. L'ensemble des travaux réalisés sur Jigsaw et les résultats de notre revue de la littérature systématique, nous poussent en revanche à comprendre comment la méthode Jigsaw fonctionne.

Dans la mesure où très peu d'études ont examiné les mécanismes et facteurs explicatifs de l'apprentissage Jigsaw, nous présentons et discutons également les travaux sur les processus impliqués dans l'apprentissage coopératif de manière générique, qu'ils soient socio-affectifs ou cognitifs.

2.1. Facteurs et mécanismes explicatifs des effets de Jigsaw

2.1.1. Mécanismes sous-jacents à l'apprentissage Jigsaw : les médiateurs connus

Comme nous l'avons présenté dans le Chapitre 1, la série de travaux conduite par le binôme de chercheurs allemands, Martin Hänze et Roland Berger, a permis d'éclairer plusieurs points fondamentaux liés à l'apprentissage avec Jigsaw (Berger & Hanze, 2009, 2015 ; Hänze & Berger, 2007). Il apparaît que dans ces deux études écologiques, réalisées à moyenne échelle (N=137 ; N=286), et ayant strictement respecté la procédure « officielle » pour l'application de la méthode Jigsaw en classe, aucun effet direct de Jigsaw n'était observé sur les performances scolaires d'élèves du lycée (17-19 ans) dans des disciplines scientifiques (physique et astronomie). L'intervention, notamment, de variables médiatrices comme le sentiment d'autonomie et le sentiment de compétence, permet d'expliquer ce résultat. Nous revenons dans le détail de ces deux études.

Dans leur première étude (2007), les résultats montrent un effet indirect de la méthode sur la performance en physique. En effet, les effets de Jigsaw sur les résultats en physique sont médiatisés par le sentiment de compétence (i.e., l'auto-perception des capacités à réaliser le travail demandé). Grâce à Jigsaw, les élèves se sentent plus compétents et ce sentiment a des répercussions positives sur leur performance académique. Cette étude montre également des

effets de modération, basés sur certaines caractéristiques personnelles des apprenants (concept de soi académique et genre). Les élèves ayant les plus faibles concepts de soi en physique, présentent un plus fort sentiment de compétence après l'apprentissage avec Jigsaw - en comparaison au groupe contrôle traditionnel. Pour les élèves ayant des concepts de soi positifs en revanche, aucune différence significative entre les deux méthodes d'apprentissage n'a été observée. De plus, un effet d'interaction significatif, entre le genre et le type d'apprentissage a été obtenu sur le sentiment de compétence : les filles bénéficient le plus de la méthode Jigsaw qui améliore l'expérience de la compétence en physique, en comparaison aux garçons pour lesquels, quelle que soit la méthode, le niveau de compétence reste le même. L'ensemble de ces résultats indique que la méthode Jigsaw trouve ses effets *in fine* dans des mécanismes complexes, basés sur des caractéristiques interindividuelles (i.e., perception de soi académique) et des facteurs contextuels (i.e., sentiment de compétence).

Dans leur seconde étude, Berger et Hänze (2009) ont confronté la classe Jigsaw à une autre méthode de travail collaborative (i.e., la Rotation-Cyclique), sans interdépendance des ressources ni spécialisation de la tâche (pas de division du matériel pédagogique), afin de déterminer les effets du travail de groupe sur la motivation intrinsèque et les performances scolaires. De nouveau, aucun effet direct de la méthode Jigsaw n'a été obtenu sur la performance académique. L'étude a principalement révélé des effets de médiation par le niveau d'autonomie perçue et le sentiment de compétence. Les élèves déclarent se sentir moins autonomes après un apprentissage avec Jigsaw, mais déclarent également un meilleur sentiment de compétence que les élèves du groupe contrôle. Pour les auteurs, ces effets s'expliquent en raison de la nature de la Rotation-Cyclique, qui contrairement à Jigsaw, est moins structurée et n'impose pas de contraintes temporelles pouvant restreindre la perception de l'autonomie des élèves au moment de l'apprentissage. Quant à l'augmentation du sentiment de compétence, il serait lié aux interactions stimulantes générées au moment de la phase d'enseignement par les pairs (le *peer-tutoring*), au sein des groupes d'experts. Cette phase jouerait donc un rôle fondamental sur la motivation intrinsèque des élèves à apprendre, grâce à l'amélioration de leur sentiment de compétence en physique.

2.1.2. Déterminer pour quelle(s) population(s) Jigsaw fonctionne le mieux : modérateurs connus des effets de Jigsaw

Effets de la méthode Jigsaw en fonction de l'appartenance ethnique des élèves

L'une des premières études écologiques menées par Aronson et son équipe (Lucker et al., 1976) sur leur terrain privilégié, dans les écoles publiques d'Austin (Texas), a permis de mettre en évidence l'impact positif de la méthode Jigsaw sur les performances scolaires d'élèves du primaire (10-11 ans). Après deux semaines d'apprentissage de l'histoire coloniale américaine en classe Jigsaw (ou en classe traditionnelle), les connaissances des élèves étaient évaluées via un quizz composé de questions vrai/faux, de questions à choix-multiple et d'un test de correspondance. Les résultats ont montré un effet principal du type de méthode pédagogique sur la performance scolaire. Cet effet était tributaire de l'appartenance ethnique de l'élève : la différence de performance entre les groupes Jigsaw et contrôle n'étant observée que chez les élèves de deux groupes ethniques, issus des minorités (i.e., « Mexicains-américains » et « Noirs »). Aucune différence significative n'était observée chez les élèves issus de la majorité ethnique (i.e., les « Anglo », personnes blanches des Etats-Unis qui ne sont pas natives d'un pays d'Amérique Latine). Pour les élèves des minorités, la différence de moyenne observée était importante, soit 7,64 points d'écart par rapport au score du groupe contrôle traditionnel. Les auteurs expliquent cet effet principalement en raison du fait que les élèves des minorités aient pu travailler avec des membres « Anglo » au sein des groupes Jigsaw, ces derniers ayant de meilleures compétences scolaires et une plus forte motivation à la réussite.

Effets de la méthode Jigsaw en fonction du niveau scolaire

Lucker et al. (1976) ont également analysé les bénéfices de la méthode en fonction du niveau académique de l'élève (performance en lecture). Néanmoins, aucun effet d'interaction significatif entre la méthode appliquée et le niveau scolaire *a priori* n'a été observé sur les performances. Les élèves ayant les capacités les plus élevées ont ainsi bénéficié de la méthode Jigsaw au même titre que les élèves ayant les plus faibles capacités académiques. Ce dernier point a fait l'objet d'investigations dans des travaux plus récents portant sur l'efficacité de la méthode Jigsaw. Par exemple, Artut et Tarim (2007) ont montré que les performances d'étudiants classés en fonction de leurs performances à un examen de fin semestre (3 catégories de profils : faible, médian, élevé) augmentaient après un apprentissage avec Jigsaw, et ce quel que soit leur niveau initial. Aucune différence significative n'était observée entre les trois

groupes. Contrairement à ces résultats, Huang et al. (2014) ont montré que les élèves ayant des profils faible et médian sont ceux qui bénéficiaient le plus de la méthode Jigsaw. Quant aux élèves habituellement en réussite, leurs performances avec Jigsaw étaient similaires à celles du groupe contrôle. Ces résultats permettent de formuler un premier élément de réponse, vis-à-vis de l'une des critiques principales adressée à l'encontre de l'apprentissage coopératif. Certains auteurs ont en effet formulé des réserves vis-à-vis de l'apprentissage en groupe au sein des classes, en raison du risque que les élèves les plus « doués » ou les plus compétents sur le plan scolaire, puissent être lésés par les dynamiques imposées par la coopération (e.g., Willis, 1990). L'apprentissage coopératif ne joue certainement pas ce rôle délétère sur les performances des élèves aux capacités les plus élevées, puisque leur rôle de tuteur les oblige à formuler des d'explications pour leurs camarades, facilitant leur propre apprentissage (Webb, 1985). Il semble en revanche que l'apprentissage coopératif joue un rôle facilitateur pour les élèves les plus en difficulté sur le plan académique, ceci grâce au soutien et à la supervision apportés par des pairs plus compétents.

A quel âge apprendre avec Jigsaw ?

La méthode Jigsaw a été étudiée auprès de diverses populations d'élèves sur le terrain (milieu scolaire et institutionnel) comme en laboratoire. Ainsi, le public de participants ayant travaillé avec Jigsaw est composé d'élèves en grande section de maternelle (Akçay, 2016; 4-5 ans), de collégiens (e.g., Bratt, 2008; M = 13,9 ans), de lycéens (e.g., Hänze & Berger, 2007; 17-18 ans) ou encore d'étudiants à l'université (Crone & Portillo, 2013; M = 26,3 ans). En revanche, il faut noter que le nombre d'études réalisées chez les plus de 18 ans est largement supérieur à celui des études réalisées auprès des très jeunes élèves. Plusieurs auteurs ont avancé l'idée que la méthode Jigsaw ne conviendrait pas aux apprentissages chez les plus jeunes élèves en raison de la structuration de Jigsaw qui serait trop complexe, car elle requiert de bonnes capacités de lecture, de communication, et de coordination (Aronson & Patnoe, 2011 ; Slavin, 1995).

La méta-analyse réalisée par Kyndt et al. (2015) ne confirme pas la relation linéaire entre l'âge des apprenants et les effets bénéfiques de Jigsaw puisque les meilleurs résultats sont observés chez les élèves du primaire (6 à 12 ans) et du supérieur (18 ans et plus), par rapport aux élèves du secondaire (12 à 18 ans). Notre propre synthèse de la littérature (Chapitre 1) supporte en partie ces conclusions. Pour la classe Jigsaw (voir Tables 2-3, Chapitre 1), les effets sont contrastés chez les élèves de primaire (présence d'effets positifs et négatifs) et les élèves du secondaire (autant d'effets positifs que d'effets nuls), alors qu'une majorité d'effets

bénéfiques est observée chez des populations âgées de 18 et plus. Malgré l'absence d'un effet clair lié à l'âge, les auteurs considèrent que la méthode Jigsaw peut être appliquée à un public jeune si les élèves disposent de suffisamment de compétences sociales ou si un entraînement préalable à l'apprentissage coopératif leur a été proposé (Arslan, 2016 ; Souvignier & Kronenberger, 2007). Notons que ceci rejoint « le but ultime de l'apprentissage Jigsaw » selon Aronson et Patnoe (2011), qui est d'enseigner la coopération en classe comme une compétence sociale (pp. 109-110). De fait, si l'objectif même de la méthode est de contribuer au développement des habiletés sociales, et pas seulement aux apprentissages pédagogiques, une exposition à long terme à Jigsaw devrait garantir que les élèves puissent exploiter la *coopération* comme un outil de travail pragmatique, dans les situations collectives de la vie réelle.

2.2. Une incursion dans la littérature hors Jigsaw : Quels facteurs en jeu pour une coopération efficace ?

La recherche orientée vers les effets a naturellement conduit à se demander dans quelles circonstances le travail collaboratif et coopératif est le plus efficace (Dillenbourg et al., 1996). Ainsi, certaines conditions de structuration et d'organisation du travail de groupe ont été présentées comme optimales par les chercheurs, et nécessitent d'être satisfaites afin de tirer le plus de bénéfices des interactions entre pairs sur l'apprentissage ou la résolution de problème. Nous présentons ici plusieurs éléments identifiés dans la littérature portant sur l'apprentissage coopératif (indépendamment de Jigsaw), susceptibles d'interagir avec la mise en place des activités coopératives en classe.

2.2.1. La composition des groupes

Un premier élément caractéristique est la *taille du groupe*, qui joue un rôle modérateur sur les performances. De nombreux travaux ont montré que plus la taille d'un groupe est importante, moins bonne est la performance (pour une méta-analyse, voir Lou et al., 2001). Plusieurs hypothèses ont été avancées afin d'expliquer cette corrélation négative, notamment un phénomène de paresse sociale et de diffusion de la responsabilité (Karau & Williams, 1993 ; Latané et al., 1979). Une autre explication est que les efforts de coordination au sein d'un groupe sont coûteux et requièrent une bonne maîtrise des habiletés sociales de la part de ses membres, telles que la capacité à coordonner des actions communes ou à atteindre ensemble un

consensus (Bertucci et al., 2010). Le risque de rencontrer des difficultés et d'échouer sur une tâche réalisée de manière collective, peut donc être lié aux capacités inter-individuelles des membres d'un groupe. De fait, les dyades et les groupes de 3 à 4 individus sont recommandés par les auteurs de plusieurs méta-analyses (pour une synthèse, voir Gillies, 2016). Ceci afin de faciliter la co-construction des connaissances (liée aux interactions entre les membres d'un groupe, qui vont élaborer ensemble des idées) et d'éviter un phénomène de simple transmission passive des informations. Un groupe trop large risque d'être trop analogue et comparable à la classe entière, et les bénéfices du travail de groupe sont restreints. Nous ajouterons que les groupes de plus petite taille, permettent également de maintenir un certain degré de responsabilité individuelle, favorable à la réussite de la tâche (e.g., Mengduo & Xiaoling, 2010).

Une seconde caractéristique liée à la composition des groupes, et qui joue également un rôle modérateur sur les performances, est son *niveau d'hétérogénéité*, c'est-à-dire la présence de profils d'apprenants variés. Dans les éléments de définition de la coopération, l'hétérogénéité d'un groupe (en termes de niveau scolaire, de genre ou d'appartenance ethnique), est l'une des conditions *sine qua non* de l'application de la coopération (Kagan, 1985). Pour Slavin (1985, p. 7), il s'agit même d'une composante élémentaire, « The "engine" that runs cooperative learning is always the same: heterogeneous groups working toward a common goal ». Des effets différenciés ont ainsi été observés sur les performances en fonction du niveau de l'individu (e.g., Lou et al., 1996, cité dans Gillies, 2016) : les élèves qui présentent des difficultés scolaires bénéficient d'une composition de groupe hétérogène (avec des membres ayant des niveaux académiques ou des niveaux d'expertise élevés), alors que les élèves ayant des compétences scolaires élevées réussissent aussi bien dans des groupes hétérogènes que des groupes homogènes. Un point intéressant dans les travaux de Lou et al. (1996), est que les élèves avec des profils dans la moyenne, réussissent mieux lorsque la composition des groupes est homogène. Dans le même sens, les travaux de Webb (e.g., 1991) ont démontré que placer des élèves qui présentent un niveau scolaire moyen dans des groupes hétérogènes leur était délétère, car cela augmentait le risque de les exclure des interactions sociales. En résumé, des mécanismes d'interaction entre les dimensions liées au contexte d'apprentissage (travail coopératif versus travail individuel) et les caractéristiques structurelles de la coopération sont susceptibles de moduler les performances à la tâche.

2.2.2. Mécanismes cognitifs : Premières réflexions

A notre connaissance, aucune étude n'a examiné les relations potentielles entre mécanismes cognitifs et apprentissage coopératif Jigsaw, ni dans les études princeps conduites par Aronson et son équipe (Aronson & Patnoe, 1997), ni dans les travaux les plus récents (2000-2021). Une contribution intéressante provient toutefois des psychologues américains David Johnson et Roger Johnson, qui ont consacré leur carrière académique à l'étude des effets de l'apprentissage coopératif sur la réussite scolaire, les attitudes et les interactions sociales, via l'implémentation de diverses méthodes coopératives au sein de la classe. Afin de rendre compte des processus à l'œuvre lors de la coopération, ces auteurs (1985, p.113) ont passé en revue une série de médiateurs et de modérateurs potentiels des relations entre coopération-productivité et coopération-relations interpersonnelles au sein de leurs précédentes études. L'objectif était de poser un cadre interprétatif aux effets obtenus, dont les processus sous-jacents étaient jusqu'alors ignorés. Ainsi, les mécanismes responsables des dynamiques intergroupes et de leurs effets sur l'apprentissage, peuvent être classifiés de la manière suivante : les mécanismes liés aux caractéristiques de l'apprentissage coopératif lui-même (e.g., nature de la tâche, attitudes envers la tâche), les mécanismes liés à la composition des groupes (e.g., niveau de désaccord entre les membres des groupes ; niveau scolaire) et ceux liés aux perceptions interindividuelles (e.g., régulation, acceptation d'autrui).

Les auteurs font également état de deux facteurs « cognitifs » qui permettraient d'expliquer la supériorité de la coopération par rapport à un apprentissage compétitif et ses effets positifs sur les performances. Le premier facteur est la répétition à l'oral de l'information, qui faciliterait le stockage à long terme de l'information en mémoire et sa récupération future. Via la répétition de l'information lors des échanges au sein des groupes, la coopération pourrait concourir à une meilleure élaboration cognitive grâce à la présentation de nouvelles informations, à plus d'explications et de raisonnements. Le second facteur, est le type de stratégies cognitives mises en place pour réaliser la tâche, qui seraient de meilleure qualité lors de l'apprentissage coopératif. Les discussions lors des échanges en groupes favoriseraient en effet la découverte et le développement de stratégies d'apprentissage adaptées à la résolution de la tâche. L'ensemble de ces facteurs constitue ainsi, dans le paysage historique de la recherche sur l'apprentissage coopératif, un premier apport théorique afin d'éclairer les mécanismes à l'œuvre lors du travail de groupe en milieu scolaire.

Toutefois, nous souhaitons adresser deux remarques à ce travail de revue. Tout d'abord, l'ensemble des études mentionnées par Johnson et Johnson (1985) n'ont pas été réalisées avec l'objectif initial de tester les mécanismes médiateurs ou modérateurs des effets de la coopération sur les performances, or ces questions nécessitent la mise en place d'un design expérimental spécifique (Stone-Romero & Rosopa, 2010) ainsi que la conduite d'analyses statistiques appropriées. Ensuite, les variables étudiées relèvent plus d'aspects structurels liés à l'organisation même de la coopération que d'aspects purement cognitifs. Notamment l'hypothèse d'un effet bénéfique de la répétition à l'oral de l'information nous semble tautologique, en raison de la nécessité de communiquer à l'oral lors de la réalisation d'une tâche en coopération (contrairement à une tâche individuelle). La performance peut en effet être facilitée si l'encodage initial de l'information est efficace, or l'information est fréquemment communiquée à l'oral lors de la coopération entre les individus lors de processus de transmission de connaissance ou de co-construction des savoirs. Qui plus est, la répétition de l'information, mérite d'être explorée au regard du fonctionnement cognitif des membres du groupe, le traitement de l'information pouvant être modulé par les capacités individuelles en mémoire de travail. Les travaux plus récents de Kirschner et al. (2009a, 2009b, 2011, 2018) ont permis d'avancer un peu plus loin dans la conceptualisation des mécanismes cognitifs susceptibles de sous-tendre les effets du travail coopératif sur les performances.

2.2.3 L'hypothèse de Kirschner et al. : un espace en mémoire de travail collectif comme facilitateur du travail coopératif ?

La théorie de la charge cognitive (Paas et al. 2003, 2004 ; Sweller et al. 1998) pose le postulat suivant : en raison des limites de l'architecture cognitive humaine (e.g., capacités en mémoire de travail) et de la complexité de l'information à traiter, un phénomène de surcharge du système cognitif peut survenir lors de la réalisation d'une tâche, contraignant les performances individuelles (Sweller, 1988). C'est ce qui correspond à la charge cognitive (aussi appelée charge mentale ou charge de travail). Dans le cadre d'un apprentissage réalisé individuellement, les théoriciens de la charge cognitive se sont principalement intéressés aux effets pouvant entraîner une surcharge sur les performances individuelles : la charge intrinsèque, qui est liée au nombre d'interactions entre les éléments constituant une tâche (e.g., l'ensemble des informations données pour résoudre un problème arithmétique), et à la charge

exogène, qui est liée à la présentation de la tâche (i.e., le problème est présenté sous forme d'énoncés ou de schémas).

Motivés par l'objectif de réduire le phénomène de charge cognitive lors de l'apprentissage individuel, de nombreux chercheurs ont contribué à développer des outils pédagogiques ou des méthodes de travail afin de permettre aux apprenants de travailler sur des tâches complexes sans entraîner une saturation des ressources en mémoire de travail (Kirschner et al., 2018). Une alternative au travail individuel est la mise en place d'activités coopératives (ou collaboratives), qui peuvent constituer une solution pour les apprenants afin de traiter des tâches complexes. Bien que le travail de groupe puisse aussi être impacté par des phénomènes de charge cognitive (intrinsèque et extrinsèque), cet environnement pédagogique peut jouer un rôle facilitateur lors des apprentissages.

Selon Kirschner et al. (2011), les groupes collaboratifs peuvent être considérés comme des systèmes de traitement de l'information, composés de multiples mémoires de travail aux capacités limitées. Le travail collaboratif permettrait donc d'aller au-delà des limites imposées par l'architecture cognitive humaine, en divisant à la fois les informations pertinentes et la charge intrinsèque liée à la réalisation de la tâche, entre les membres du groupe, au sein d'un plus large réservoir en mémoire de travail. En ce sens, une hypothèse forte a été proposée par Femke Kirschner et ses collaborateurs afin de rendre compte des conditions dans lesquelles s'exerce la supériorité du travail collaboratif sur le travail individuel (Kirschner et al., 2009a ; Kirschner et al., 2009b ; Kirschner et al., 2011). Les auteurs font l'hypothèse d'un espace en mémoire de travail collectif (*collective working memory space*) qui serait partagé par les membres d'un groupe. Cet espace de travail virtuel, permettrait de répartir la charge mentale inhérente à la tâche, entre toutes les mémoires de travail individuelles au sein d'un groupe. Par conséquent cela contribuerait à réduire les coûts cognitifs liés à la tâche pour l'ensemble des apprenants, individuellement. De fait, chaque membre du groupe pourrait faire usage des capacités en mémoire de travail d'autrui, en évitant la surcharge de son propre système cognitif, avec la perspective de construire des schémas de connaissances en mémoire à long terme, mieux encodés et de meilleure qualité que lors d'un apprentissage individuel.

A notre connaissance, seulement deux études (Kirschner et al., 2009b, 2011) ont à ce jour mis à l'épreuve l'hypothèse de *l'espace en mémoire de travail collectif*. Dans la première étude (Kirschner, Paas & Kirschner, 2009b), conduite chez des lycéens (M= 15,4 ans), les auteurs ont testé si la complexité de la tâche interagissait avec le contexte de l'apprentissage. Deux contextes d'apprentissage ont été manipulés : individuel (toutes les informations sont

distribuées à l'élève), ou coopératif (une partie des informations est distribuée à un membre du groupe). L'hypothèse des auteurs était que les groupes disposeraient d'une plus grande capacité de traitement pour relier les éléments d'information et pourraient construire des schémas cognitifs de meilleure qualité que les élèves travaillant individuellement, si la charge cognitive imposée par des tâches d'apprentissage complexes était partagée entre les membres du groupe. *A contrario*, l'exécution de tâches complexes pour un élève travaillant seul, nécessiterait l'utilisation des toutes les capacités de traitement disponibles, afin de se souvenir de l'ensemble des informations et des interactions entre ces informations, le risque étant que les individus ne soient pas en mesure d'allouer des ressources pour traiter l'ensemble des éléments. Par conséquent, il était attendu que les groupes réussissent mieux les tâches complexes que les individus. La charge cognitive des élèves était évaluée avec l'item en 9 points de Paas (1992) qui permet de mesurer le niveau d'effort mental investi dans la réalisation d'une tâche, allant de 1 (très très faible effort mental) à 9 (très très grand effort mental). Les performances des élèves étaient mesurées par trois tâches de transfert (résolution de problèmes dans le domaine même domaine que la phase d'apprentissage) qui nécessitaient de combiner des informations afin d'être résolues, et trois tâches de rétention (problèmes identiques à ceux traités lors de la phase d'apprentissage) qui nécessitaient de se rappeler des exemples traités pendant la phase d'apprentissage. Les résultats ont montré que les élèves ayant travaillé individuellement se sont montrés plus efficaces sur les tâches de rétention (faible charge cognitive et performance élevée), alors que les élèves ayant travaillé en groupe ont en revanche mieux réussi les tâches de transfert (faible charge cognitive et performance élevée). Pour les auteurs, cet effet d'interaction soutient l'hypothèse de l'espace en mémoire de travail partagé : les membres d'un groupe ont pu mieux encoder les informations et les interactions entre les éléments, en raison du partage de la charge cognitive imposée par la tâche.

Dans la seconde étude (Kirschner, Pass & Kirschner, 2011), le design expérimental était similaire, à l'exception de la complexité de la tâche (faible, élevée) qui était manipulée au moment de l'apprentissage. L'hypothèse était que dans les tâches très complexes, les membres du groupe apprendraient de manière plus efficace que les apprenants individuels, tandis que pour les tâches peu complexes, l'apprentissage individuel serait plus efficace. Les résultats indiquent que les tâches de faible complexité sont mieux réussies de manière individuelle, suggérant que les capacités en mémoire de travail individuelles sont suffisantes pour traiter l'information. A l'inverse, quand la complexité de la tâche était élevée, la collaboration favorisait la performance. Placer les élèves en situation de collaboration ou de coopération alors

qu'ils disposent individuellement de ressources cognitives suffisantes pour traiter la tâche serait contre-productif, car les coûts liés à la communication et à la coordination des actions au sein du groupe viendraient inutilement surcharger cognitivement les élèves face à une tâche simple. Pour les auteurs, ce résultat soutient de nouveau l'idée que la charge intrinsèque peut être divisée entre les systèmes cognitifs des membres d'un groupe et entraîner de meilleures performances pour l'apprenant, mais aussi que l'implémentation du travail de groupe en milieu scolaire doit être justifié au regard de la complexité de la tâche à réaliser.

Afin d'observer les effets bénéfiques de la *mémoire de travail collective*, Zambrano, Kirschner, et Kirschner (2019) considèrent que deux conditions sont nécessaires : un nombre restreint d'individus dans le groupe et une égale répartition des ressources au sein du groupe. Plus le nombre d'individus dans un groupe est important, plus les coûts de transaction liés à la communication et à la coordination au sein du groupe seront importants et donc susceptibles de constituer une charge cognitive supplémentaire pour les individus. De même, lorsque les ressources (e.g., nombre d'informations) sont inégalement réparties entre les membres du groupe, les coûts de transaction augmentent. Ces deux facteurs peuvent donc jouer un rôle sur l'augmentation de la charge cognitive globale et doivent être contrôlés. Ainsi, les caractéristiques de la tâche (e.g., complexité), de l'apprenant (e.g., capacités à coopérer), du groupe (e.g., taille et composition), et de la structuration du travail en groupe (e.g., type de répartition des ressources) interagissent et influencent le niveau de la charge cognitive (P. Kirschner et al., 2018), qui lui-même affecte les performances à la tâche.

Néanmoins, bien que l'ensemble de ces résultats permettent de mieux comprendre dans quelles circonstances l'apprentissage coopératif peut être adapté et efficace (nature de la tâche, composition du groupe), nous pensons que les études de Kirschner et ses collaborateurs (2009b, 2011) ne permettent pas d'expliquer, ni totalement ni partiellement, l'hypothèse d'une division de la charge cognitive entre les membres d'un groupe. L'idée d'un espace en mémoire de travail partagé, inédit d'un point de vue conceptuel, ne semble pas pouvoir être étudiée empiriquement, et la question de la mesure d'un tel construit, n'est d'ailleurs pas traitée par les auteurs. Notons tout d'abord que la mémoire de travail n'est évaluée dans aucune des études réalisées par Kirschner et al. La charge cognitive est mesurée via un seul item demandant à chaque élève d'estimer l'effort mental déployé dans la tâche, et son rôle potentiel de médiateur n'a pas été testé. Une agrégation des réponses individuelles sur l'item de charge cognitive a été réalisée, afin d'obtenir un score de charge cognitive collectif. Ce score était calculé pour chacun des groupes coopératifs, puis une moyenne totale était calculée pour la condition « apprentissage

coopératif ». Une agrégation similaire n'aurait cependant pas de sens vis-à-vis des capacités individuelles en mémoire de travail : la moyenne des mémoires de travail individuelles au sein d'un groupe ne représenterait pas nécessairement les capacités cognitives de ce groupe. Enfin, il n'existe à notre connaissance aucun instrument de mesure qui permettrait d'évaluer une version « collective » de la mémoire de travail.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue l'ensemble des modérateurs et médiateurs identifiés des effets de Jigsaw sur les apprentissages scolaires. Le nombre de travaux empiriques ayant spécifié *pour qui* et *comment* la méthode Jigsaw fonctionne étant restreint, nous avons fait une incise dans la littérature portant sur l'apprentissage coopératif en général. Il est assez surprenant de constater qu'en dehors du sentiment de compétence, des variables comme la motivation et l'estime de soi, n'ont pas été étudiées comme modérateurs et/ou médiateurs potentiels des effets de l'apprentissage coopératif sur les performances. Pourtant, ces variables sont bien connues pour leur rôle fondamental dans les apprentissages individuels, et elles sont au cœur du raisonnement théorique justifiant l'intérêt des méthodes coopératives, et particulièrement la méthode Jigsaw. Il est tout aussi surprenant de constater le peu d'intérêt vis-à-vis des mécanismes cognitifs, et surtout le manque d'étude expérimentale sur le sujet. Le rôle de la mémoire de travail dans l'apprentissage coopératif (qu'il soit de type Jigsaw ou autre), pourtant au centre des réflexions théoriques de Kirschner et collaborateurs, n'a même jamais été testé. Le chapitre qui suit présente l'argumentaire autour de ces variables et détaille les hypothèses que nous défendons dans le cadre de cette thèse.

CHAPITRE 3 – PROBLEMATIQUE

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, bien que la méthode Jigsaw présente des effets bénéfiques sur les performances scolaires et les perceptions de soi (principalement en comparaison à l'apprentissage individuel ou traditionnel), peu d'études ont examiné les mécanismes cognitifs et psychosociaux permettant de rendre compte de ces effets. Nous pensons qu'il faut aller au-delà de l'approche orientée sur les *résultats* qui contribue à la création d'une boîte noire dans le champ de l'apprentissage coopératif (Janssen et al., 2010). Comme le suggèrent Janssen et al. (2010), mieux comprendre les mécanismes explicatifs de cette forme d'apprentissage, nous permettra de saisir la complexité des relations entre l'apprenant, la tâche et les caractéristiques du groupe. Plutôt, nous adoptons une approche basée sur les *processus*, qui examine comment l'apprentissage coopératif Jigsaw produit ses effets.

L'état de l'art a permis de mettre en évidence le rôle médiateur du sentiment de compétence (Hanze et Berger, 2007), au moment de l'apprentissage avec Jigsaw. Le fait que le sentiment de compétence soit un médiateur permet de supposer que d'autres facteurs également liés à l'auto-évaluation et à l'auto-régulation, dont la motivation, soient des médiateurs de l'effet de Jigsaw sur la performance. D'autres travaux empiriques (Lucker et al., 1976 ; Huang et al., 2014) ont également montré que les effets de Jigsaw étaient conditionnés par certains modérateurs (appartenance ethnique, niveau scolaire). Ces travaux ont posé les bases du démantèlement de la « boîte noire » de Jigsaw.

Afin de faire avancer l'état de nos connaissances sur les effets de Jigsaw – et plus généralement, sur les effets de l'apprentissage coopératif basé sur l'interdépendance positive – nous investiguons le rôle joué par trois facteurs déterminants dans les apprentissages et la réussite scolaire, jusqu'alors jamais étudiés dans la littérature. Notre objectif a été d'examiner tour à tour les relations entretenues entre la classe Jigsaw et l'estime de soi, les buts d'accomplissement de soi, puis la mémoire de travail, afin de répondre à nos questions de recherche : *quand*, *pour qui*, et *comment* la méthode Jigsaw est efficace. Ces variables entretiennent des relations très étroites avec la performance scolaire et sont également impliquées dans un grand nombre d'activités de la vie quotidienne.

3.1. L'estime de soi

L'estime de soi se réfère aux jugements et auto-évaluations (positives ou négatives) qu'un individu porte sur lui-même, et renvoie à l'image de soi. Les différentes théories de l'estime de soi en psychologie ont pu conduire à la conceptualisation de ce construit à la fois comme une caractéristique dispositionnelle voire un trait de personnalité relativement stable (e.g., Rosenberg, 1979), ou comme une dimension intra-individuelle sensible aux influences contextuelles, et susceptible d'être augmentée, modulée ou altérée (e.g., Heatherton & Polivy, 1991). Pour Aronson et Bridgeman (1979), les répercussions positives que trouvent la méthode Jigsaw sur les niveaux d'estime de soi des élèves sont l'un des éléments clés de l'amélioration des performances scolaires observées grâce à l'interdépendance positive. Si l'idée relève plus d'une suggestion que d'une réelle démonstration empirique, la base d'une hypothèse de médiation des effets de Jigsaw sur les performances scolaires par l'amélioration de l'estime de soi est néanmoins posée par les auteurs (« Just as low self-esteem can work to inhibit a child from performing well, anything that increases self-esteem is likely to produce an increase in performance among those underachievers », p.444). Néanmoins, comme nous l'avons présenté dans notre revue de la littérature (Chapitre 1), les résultats issus des quelques travaux empiriques qui ont testé les effets de Jigsaw sur l'estime de soi ne font pas consensus. Les études ayant montré des effets bénéfiques après l'application de la méthode Jigsaw ont évalué l'estime de soi des élèves via des mesures composites de l'estime de soi, dont les items mesuraient à la fois l'estime de soi générale et l'estime de soi scolaire (Blaney et al., 1977 ; Lazarowitz et al., 1994). En revanche Moskowitz et al. (1983,1985) ont dissocié deux formes d'estime de soi (sociale, et scolaire) dans leurs études, et ont montré que les effets de la classe Jigsaw sur l'estime de soi étaient conditionnés par la classe ou le sexe de l'élève.

Puisque trop peu d'études ont mesuré l'influence de la méthode Jigsaw sur ce construit et que les effets sont loin d'être clairs, l'étude des effets de Jigsaw sur le développement de l'estime de soi des élèves est fondamentale, afin de vérifier la proposition théorique d'Aronson & Bridgeman (1979). De plus, la distinction entre une estime de soi globale et des dimensions spécifiques de l'estime de soi (e.g., scolaire) n'est pas précisée par Aronson, et n'est pas opérationnalisée dans ces travaux (à l'exception des études de Moskowitz et al., 1983,1985). Cette distinction est d'autant plus pertinente qu'un élève peut avoir une image positive de lui-même de manière générale, mais entretenir une image négative dans le domaine scolaire (et inversement). Alors que l'estime de soi générale tend à être associée au bien-être psychologique

global, l'estime de soi spécifique - c'est-à-dire l'évaluation de soi dans des domaines précisément définis comme les performances scolaires - semble avoir une composante plus cognitive et tend à être plus fortement associée au comportement ou aux résultats comportementaux (Pullmann & Allik, 2008). Pour certains auteurs (e.g., Harter, 1982 ; Heatherton and Polivy, 1991), il est possible de dissocier ce qui relève de jugements portés sur soi de manière générale (i.e., l'estime de soi globale) de jugements portés sur des domaines spécifiques de la vie quotidienne (e.g., l'apparence physique, la réussite scolaire, les rapports sociaux).

L'estime de soi globale ne constitue pas uniquement une cognition intrapersonnelle, elle comporte également un aspect inter-individuel dans la mesure où elle est étroitement liée à la façon dont les individus tendent à se présenter en société (Baumeister et al., 1989). Selon Baumeister et al., (1989), les individus ayant de faibles niveaux d'estime de soi présenteraient des patterns de présentation de soi dits « protecteurs », basés sur l'évitement de l'échec, du rejet et de l'humiliation ; des niveaux d'estime de soi élevés seraient eux associés à des stratégies de présentation de soi basées sur la « mise en valeur » voire à l'exagération des compétences individuelles. Dans le contexte scolaire, de nombreux travaux ont démontré que les mesures d'estime de soi globale prédisaient positivement les performances académiques des élèves (e.g., Booth & Gerard, 2011 ; Yang, et al., 2019). Néanmoins, la force et la direction de cette relation ont fait l'objet de nombreux débats. D'abord, parce que la taille des corrélations entre les mesures d'estime de soi globale et les performances scolaires sont relativement modestes (e.g., Hansford & Hattie, 1982, $r = .21$), voire très faibles (e.g., Baumeister et al., 2003, $r = .08$). Également, comme l'ont souligné Aronson et Bridgeman (1979), la direction causale de la relation entre niveaux d'estime de soi globale et résultats scolaires est inconnue. Les résultats académiques eux-mêmes pouvant influencer positivement l'estime de soi des élèves, et réciproquement (Marsh & Craven, 2006), suggérant une relation causale bidirectionnelle.

L'estime de soi scolaire (i.e., la perception de ses propres compétences dans les domaines scolaires), est en revanche associée à des résultats plus précis dans la littérature. Cette évaluation étant directement liée au domaine scolaire, elle constitue un prédicteur robuste de la performance scolaire (Marsh & Craven, 2006 ; Marsh & O'Mara, 2008 ; Régner & Loose, 2006 ; Valentine et al., 2004). L'utilisation d'échelles mesurant spécifiquement l'estime de soi dans le domaine scolaire est donc recommandée afin de tenir compte du caractère multidimensionnel de l'estime de soi et d'évaluer plus finement les perceptions de soi.

Afin d'aller au-delà d'une l'approche unitaire de l'estime de soi (Rosenberg, 1979), Harter (1999, 2012) a développé un instrument d'évaluation (et outil diagnostique) de l'estime de

soi à destination des adolescents (Le Self-perception profile for adolescents, SPPA), permettant d'évaluer plusieurs domaines de la vie quotidienne, afin d'avoir une perspective intégrative. Plusieurs de ces dimensions nous intéressent, vis-à-vis de notre population d'élèves au sein de l'échantillon ProFAN. La dimension « globale », qui permet de mesurer une perception générale de soi, une évaluation de la satisfaction de la vie que l'adolescent mène. Cette dimension est indépendante des autres et représente « une valeur globale de soi » (Bariaud, 2018). La dimension « sociale », qui se rapporte aux perceptions que se fait l'adolescent de ses compétences sociales, de sa capacité à se faire des amis. La dimension « compétence dans le travail » qui se réfère à la perception de ses capacités à travailler dans un environnement professionnel. Enfin, la dimension « scolaire » qui reflète la perception de ses compétences cognitives en milieu scolaire et de ses capacités à réussir à l'école. Cette échelle est donc particulièrement adaptée pour réaliser une évaluation de l'estime de soi à la fois globale et sur des domaines spécifiques chez les adolescents (N.B. cinq autres dimensions évaluant la compétence athlétique, l'apparence physique, l'attrait pour les relations amoureuses, la conduite et les attitudes, et l'amitié intime n'ont pas été mesurées dans le cadre du projet ProFAN).

Pour conclure, étudier les effets de notre intervention sur les niveaux de l'estime de soi en milieu professionnel est d'autant plus nécessaire que cette population d'élèves présente des niveaux d'estime de soi plus faibles que les élèves du lycée général (Houtte et al., 2012). Chacune des dimensions du SPPA était intéressante à tester en raison des caractéristiques que présente Jigsaw. Nous pensons que dans le cadre de l'apprentissage coopératif Jigsaw, des changements (positifs) peuvent être observés en raison de l'exposition répétée à la présence d'autrui et à la nécessité de se présenter avec assurance : après son passage dans les groupes d'experts, l'élève est maître de ses apprentissages et de ceux des autres, il doit donc garantir la transmission des informations car il a une responsabilité au sein de son groupe jigsaw. Ceci, pourrait spécifiquement expliquer que les niveaux d'estime de soi *scolaire* des élèves puissent accroître. Il est aussi possible que la coopération modifie l'image de soi et des élèves et contribue à l'augmentation de la dimension « sociale ». Comme suggéré par certains travaux (Lazarowitz et al., 1994 ; Ziegler, 1981), Jigsaw contribue au développement des amitiés et des relations interpersonnelles, et à renforcer les liens sociaux entre les élèves au sein de la classe. Enfin, en fournissant aux élèves des habiletés à coopérer et à communiquer, Jigsaw pourrait aussi contribuer à l'insertion des élèves dans la vie en entreprise, ce qui pourrait avoir des conséquences positives sur leur niveau d'estime de soi en « compétence dans le travail ».

3.2. Les buts d'accomplissement de soi

La théorie des buts d'accomplissement de soi occupe une place centrale dans la recherche sur la motivation des étudiants en milieu scolaire et académique (Pintrich et al., 2003 ; Scherrer et al., 2020). Les buts d'accomplissement sont une forme cognitive et dynamique de motivation à accomplir une tâche, qui établissent un cadre pour la façon dont les élèves pensent, se sentent et se comportent dans le cadre scolaire (Scherrer et al., 2020). Les buts qu'adoptent les étudiants ont donc des conséquences sur les comportements scolaires (Elliot & Church, 1997), sur la motivation intrinsèque (Darnon & Butera, 2005 ; Elliot & Harackiewicz, 1996), et sur les relations interpersonnelles (voir Darnon, Dompnier & Poortvliet, 2012). En raison de la nature même des situations d'accomplissement, qui peuvent être publiques ou privées, les motifs qui orientent l'individu à s'accomplir vont différer.

Historiquement, la théorie des buts d'accomplissement a connu de nombreuses modifications conceptuelles et opérationnelles. Dans la conception bidirectionnelle de l'accomplissement (Ames, 1992 ; Dweck, 1986), les buts de *maitrise* se distinguent des buts de *performance* en fonction de leur définition de la compétence (être capable de progrès personnels ou être meilleur qu'autrui) et de leur référentiel (auto-référencé ou normatif). Dans le modèle trichotomique (Elliot & Harackiewicz, 1996), trois buts d'accomplissement sont conceptualisés en fonction de leur valence, qu'elle soit positive (comportement d'approche) ou négative (comportement d'évitement): alors que la conceptualisation de la maitrise ne change pas, deux buts de performance sont distingués, la performance-approche qui constitue une motivation à démontrer sa compétence par rapport aux autres, et la performance-évitement, une motivation à éviter de démontrer son incompetence vis-à-vis d'autrui. Ce modèle s'est par la suite enrichi (voir Encadré 1) avec l'ajout de la distinction maitrise-approche, soit l'attrait pour les situations où l'on doit s'améliorer et maitriser une tâche par rapport à ses réussites passées, et la maitrise-évitement, une motivation à éviter de se confronter à des situations où l'on se sait incompetent (modèle 2 X 2, Elliot, 1999 ; Elliot & McGregor, 2001).

En contexte scolaire, l'orientation des individus vers le but de maitrise-approche est fortement associée à la motivation intrinsèque et à la réussite scolaire (Harackiewicz et al., 2002 ; Elliot & Murayama, 2008). Le but de maitrise-approche est par ailleurs associé à des stratégies d'apprentissage des contenus pédagogiques dites « en profondeur » (création de liens entre les savoirs, recherche de preuves) ou « stratégique » (organisation du travail et gestion du

temps), contrairement aux buts de performance-approche et de performance-évitement, liés à des stratégies dites « de surface », similaires aux méthodes de bachotage, voire à de la désorganisation, dans le cas du but de performance-évitement (Darnon & Butera, 2005 ; Diseth et al., 2010). Le but de performance-évitement est considéré comme une orientation motivationnelle inadaptée aux apprentissages, généralement associé à de l'anxiété, à une peur de l'échec (Elliot & Murayama, 2008), mais pas à la réussite scolaire (Loose et al, 2012 ; Elliot & McGregor, 2011 ; Elliot & Murayama, 2008). Le but de performance-approche en revanche est associé à la réussite scolaire (Elliot & Church, 1997 ; Elliot & McGregor, 2001) car il peut être adapté, dans les situations d'apprentissage compétitives (Barron & Harackiewicz, 2001), mais peut toutefois constituer un frein à la réussite scolaire (Loose, et al., 2012). Enfin, une relation nulle (voire négative), est observée entre le but de maîtrise-évitement et les résultats scolaires (Elliot et McGregor, 2001). Toutefois, peu de travaux empiriques ont étudié les effets du but de maîtrise-évitement dans la littérature.

Encadré 1. Le modèle 2 X 2 des buts d'accomplissement d'Elliot et McGregor (2001).

	Référentiel Absolu	Référentiel Normatif
Valence + (approcher le succès)	But de maîtrise approche : développer ses habiletés et faire des progrès personnels	But de performance approche : être meilleur que les autres
Valence – (éviter l'échec)	But de maîtrise évitement : éviter les situations de mise en échec de ses habiletés	But de performance évitement : éviter de montrer son incompetence face à autrui

De récents travaux (e.g., Elliot et al., 2016) ont pu montrer que des attitudes favorables envers la *coopération* prédisaient l'orientation des individus vers les buts de maîtrise-approche chez des étudiants de l'université. À l'inverse, des attitudes favorables envers la *compétition* prédisaient une orientation positive vers les buts de performance-approche. Ces liens peuvent s'expliquer en raison de la nature de l'activité de coopération qui pousse à se concentrer sur la tâche, tandis que la situation de compétition entraîne des mécanismes de comparaison sociale, qui peuvent être une menace pour la perception de soi. Chez des collégiens, Lee, Cho et Roseth (2018) ont aussi montré que des attitudes positives envers l'interdépendance sociale (orientation vers les efforts coopératifs) sont associées au but de maîtrise-approche mais pas au but de performance-approche. D'autres recherches indiquent que le contexte d'apprentissage (compétitif ou coopératif) peut lui-même influencer l'adoption de buts chez les élèves (Darnon,

Dompnier & Poortvliet, 2012). Par exemple, Nichols (1996) a montré que l'application d'une méthode de travail coopérative (Student Teams Achievement Divisions, Slavin, 1990) chez des lycéens a contribué à l'adoption de buts de maîtrise et à l'abandon des buts de performance. L'interdépendance sociale entretient des liens étroits avec les buts d'accomplissement en milieu scolaire. Comme le suggèrent Buchs et Butera (2009), encourager l'adoption des buts de maîtrise en classe, peut interagir positivement avec la mise en place d'un contexte de travail coopératif, basé notamment sur l'interdépendance des ressources (comme Jigsaw).

L'ensemble de ces éléments nous ont conduit à examiner les relations entretenues entre le contexte d'apprentissage coopératif Jigsaw et les buts d'accomplissement. En raison du rôle joué par ces aspects motivationnels sur la réussite académique, un premier objectif a été d'étudier les effets des buts d'accomplissement de soi sur les résultats scolaires de l'échantillon ProFAN (cohorte 2017-2019), en fonction du contexte pédagogique dans lequel les élèves ont évolué au cours des deux années de l'expérimentation (G1, G2, G3). Deux ensembles d'hypothèses (de modérations et de médiations) ont été mis à l'épreuve dans le Chapitre 5. Un second objectif a été d'examiner l'influence de Jigsaw sur l'orientation des élèves vers les buts d'accomplissement, en étudiant les effets de la méthode sur l'évolution du niveau des quatre buts d'accomplissement (Chapitre 7).

3.3. Les élèves de lycée professionnel, une population d'étude inédite

Les filières professionnelles, aussi appelées formations en alternance, se composent de séquences d'enseignements généraux et théoriques qui succèdent à des séquences pratiques, pour l'apprentissage d'un métier en entreprise. Elles constituent en France la seconde option de formation obligatoire dans le secondaire (DEPP, INSEE, 2020). Ces filières sont des passerelles directes entre les établissements scolaires et les entreprises qui vont former les apprenants (anciennement « apprentis ») au savoir-faire d'un métier et développer leurs compétences, pour favoriser une insertion sur le marché de l'emploi. Néanmoins, le « bac pro » est une offre de formation souvent dévalorisée, spécifiquement en France, sur les plans politiques et pédagogiques (Buisson-Fenet & Rey, 2016). Il faut noter que les populations d'élèves qui rejoignent les filières professionnelles font face à un stigmatisme social qui pèse dès leur procédure d'orientation en fin de 3^{ème} (Mangard & Channouf, 2007) et qui peut se poursuivre au-delà du lycée, au moment de leur entrée dans le monde du travail ou des études supérieures (Croizet et

al., 2002). Ces élèves sont souvent en situation d'échec scolaire dans les enseignements généraux (français, mathématiques) et présentent des difficultés dans les apprentissages.

Dans le champ de la psychologie, très peu d'études se sont intéressées à cette population d'élèves qui se prête pourtant au jeu de la coopération à l'école, et ce pour au moins deux raisons fondamentales. D'abord, parce que les différentes spécialisations (i.e., électricité, mécanique, hôtellerie-restauration) nécessitent de savoir travailler en équipe et de s'intégrer dans des processus hiérarchiques pendant les Périodes de Formation en Milieu Professionnel (PFMP), soit les 18 à 22 semaines de stage en entreprise. Ensuite parce que les modalités d'enseignement des filières professionnelles font l'enjeu de réformes et de réadaptations, afin de mieux satisfaire les exigences du monde de l'entreprise qui recherche des profils d'apprenants déjà qualifiés (Masdonati et al., 2007). Qui plus est, ces élèves pourraient se retrouver en concurrence directe avec les étudiants sortant des filières technologiques ou générales, dont les dossiers moins « stigmatisés » se verront fortement privilégiés. Un atout essentiel - outre les semaines de PFMP, précieux avantage des apprenants en Bac Pro - serait donc d'avoir développé en cours de formation des habiletés sociales et relationnelles, indispensables à la gestion d'une équipe, à la coordination des tâches avec autrui, complémentaires des savoirs généraux et théoriques dispensés au sein de sa spécialité. De fait, la classe Jigsaw qui s'appuie sur l'interdépendance positive et la responsabilité individuelle afin d'encourager le développement d'attitudes *coopératives*, pourrait constituer un scénario pédagogique adapté chez des élèves en difficultés scolaires, pour les enseignements généraux (i.e., mathématiques, français) et les parties théoriques des spécialités professionnelles.

A notre connaissance, une seule étude s'est intéressée à l'application de la classe Jigsaw dans ces filières. Darnon et al. (2012) ont mené une expérimentation auprès d'élèves de lycées professionnels en France, afin d'investiguer les effets de Jigsaw sur le sentiment d'auto-efficacité perçue en mathématiques et en français, habituellement faible chez cette population en raison de difficultés scolaires dans les deux disciplines. Le rationnel étant que Jigsaw pourrait revaloriser le rôle de l'élève au moment de l'apprentissage (i.e., via l'expertise et l'interdépendance des savoirs). Les résultats ont montré une augmentation du score d'auto-efficacité perçue (mathématiques et français) pour les élèves du groupe Jigsaw en comparaison au groupe contrôle traditionnel. Néanmoins, l'effet d'interaction obtenu était marginal (i.e., $p = .09$) et surtout, la taille d'échantillon de cette étude était relativement faible ($N=31$ apprenants). Cependant, cette étude est à notre connaissance la seule ayant apporté des éléments empiriques en faveur des effets de Jigsaw sur l'auto-efficacité dans les disciplines

générales chez cette population. Comme le suggèrent les auteurs, la réplication d'une expérimentation similaire avec Jigsaw à plus grande échelle, est nécessaire.

3.4. Mémoire de travail et apprentissage

La mémoire de travail peut être considérée comme un système intégratif qui permet, dans un intervalle de temps limité, de stocker et de manipuler activement de l'information, de récupérer des informations en mémoire, tout en inhibant simultanément les informations interférentes (non pertinentes) pour la réalisation d'une tâche (Unsworth et al., 2009). Historiquement, les psychologues ont longtemps considéré la mémoire de travail comme étant le répertoire d'entrée privilégié de l'information en mémoire à long terme (e.g., Baddeley & Hitch, 1974 ; Baddeley, 2000), à l'instar des modèles en "modules" développés par les théoriciens du traitement de l'information (Atkinson & Schiffrin, 1968; Broadbent, 1958). Pour Cowan (2005), les interactions entre mémoire de travail et stockage à long terme sont de nature différente : sous l'égide d'un administrateur central qui oriente le focus attentionnel, certaines informations stockées en mémoire à long terme vont être activées. La mémoire de travail constitue ainsi une activation temporaire d'une portion d'informations contenues en mémoire à long terme. Cette conception théorique explique que la mémoire de travail soit indispensable à la formation des concepts après l'encodage d'une information (Cowan, 2014). Elle constitue la clé de voûte de l'apprentissage car elle permet l'association de multiples éléments entre eux, encodés précédemment puis stockés à long terme. Lorsque les relations entre les stimuli sont complexes, de bonnes capacités en mémoire de travail sont requises, afin de permettre à l'individu de garder suffisamment de temps en mémoire les stimuli, tout en manipulant les concepts. Une « bonne » mémoire de travail équivalant, selon Cowan (2014), à un ratio suffisant entre capacité, rapidité, connaissances, et disponibilité immédiate des stratégies.

Les chercheurs ont également étudié les liens entre apprentissage scolaire et mémoire de travail, et de nombreux travaux ont pu montrer que les capacités en mémoire de travail sont fortement corrélées avec la réussite académique (e.g., Gathercole & Alloway, 2008 ; Swanson & Alloway, 2012) et avec l'intelligence fluide (e.g., Jaeggi et al., 2008). La mémoire de travail semble jouer un rôle critique lors des apprentissages scolaires, notamment en mathématiques et pour le langage écrit (lecture, compréhension). Les élèves qui présentent le plus de difficultés dans ces disciplines sont également ceux qui ne réussissent pas la réalisation des tâches d'empan

complexes (outil de mesure privilégié de la capacité en mémoire de travail). Pour Gathercole et ses collaborateurs (2006), qui ont conduit plusieurs séries d'expérimentations chez des élèves en Angleterre, ce phénomène peut s'expliquer de deux manières. Une première hypothèse est que ces élèves présentent des lacunes au niveau du traitement de l'information qui seraient domaine-spécifique (e.g., le langage) et qui affecteraient à la fois la performance sur la tâche d'empan complexe dans le même domaine (e.g., l'empan oral de Daneman & Carpenter, 1980) et la performance au test scolaire correspondant (e.g., lecture). Une seconde hypothèse est que ce sont les capacités en mémoire de travail qui contraignent directement l'aptitude à développer des compétences complexes, dites de haut-niveau, et l'acquisition des connaissances. Plus récemment, les travaux des méta-analyses réalisées par Peng et ses collaborateurs (2016, 2018) ont montré que les capacités en mathématiques ne sont pas dépendantes du matériel (verbal, arithmétique, visuospatial) des tâches d'empan qui mesurent la mémoire de travail, ceci après avoir contrôlé l'âge, la population et le type de test scolaire. La mémoire de travail est plutôt un construit de type domaine-général pour la performance en mathématiques, de telle sorte que les différents domaines n'affectent pas la relation entre mémoire de travail et les compétences en mathématiques. Ces résultats apportent une contribution unique au débat qui oppose les partisans d'une mémoire de travail domaine-spécifique (e.g., Ericsson & Kintsch, 1995) à une mémoire de travail générale - qui pourrait se réduire à un administrateur central (Engle, 2002).

Nous pensons que les capacités idiosyncratiques en mémoire de travail de l'apprenant, pourraient être soulagées lors de l'apprentissage coopératif Jigsaw, en raison d'un apprentissage structuré par la division du travail entre les membres du groupe (e.g., tâches distinctes). Le fait de n'avoir accès qu'à une partie du matériel pédagogique pendant la classe Jigsaw, et de dépendre de ses camarades afin d'avoir accès au reste de l'information, pourrait faciliter temporairement l'encodage des informations en mémoire. Les capacités en mémoire de travail pourraient donc être provisoirement soulagées dans le système cognitif, et ce au profit d'une meilleure performance académique individuelle. Si une augmentation des ressources en mémoire de travail a lieu lors de l'apprentissage coopératif, il sera possible de considérer ce phénomène comme un facteur explicatif des effets du travail de groupe sur les performances. Une seconde hypothèse, complémentaire de la première, est liée aux effets de l'intervention Jigsaw sur les performances des élèves en difficulté ou issus des minorités. En effet, il est possible que l'apprentissage coopératif puisse jouer un rôle sur les performances en fonction du niveau des capacités inter-individuelles en mémoire de travail. L'intervention Jigsaw pourrait ainsi avoir un effet bénéfique chez les élèves disposant de faibles capacités en mémoire de

travail. Sur la base des propositions théoriques de F. Kirschner et ses collaborateurs (2009b ; 2011 ; 2018), nous postulons que la mémoire de travail est l'un des facteurs clés pour prédire les effets de l'apprentissage coopératif Jigsaw sur les performances individuelles. Notamment, nous pensons qu'un « soulagement » des capacités en mémoire de travail pourrait être observé pendant le travail de groupe, en raison d'une division de la charge cognitive entre les différents membres du groupe. Ceci, contribuant à libérer plus de ressources en mémoire de travail pour la réalisation de la tâche. Également, nous faisons l'hypothèse complémentaire que la méthode Jigsaw puisse bénéficier aux étudiants dont les capacités en mémoire de travail sont les plus faibles. Ces deux hypothèses de travail ont été mises à l'épreuve via un dispositif expérimental sur le terrain, contrôlé et randomisé, auprès d'une population d'étudiants de l'Université (N=342).

Conclusion

En résumé, c'est dans le contexte de l'expérimentation nationale ProFAN, et auprès de lycéens de formations professionnelles, que nos hypothèses de recherche concernant le rôle des mécanismes psycho-sociaux dans l'apprentissage Jigsaw ont été mises à l'épreuve, afin d'examiner deux dimensions psychosociales des apprentissages : motivationnelle, avec l'étude des buts d'accomplissement, et évaluative, avec l'étude des perceptions de l'estime de soi. Nos hypothèses concernant le rôle de la mémoire de travail durant l'apprentissage Jigsaw ont été testées dans le cadre d'une expérimentation conduite en parallèle de la collecte de données ProFAN (Chapitre 6). Pour des raisons méthodologiques, il n'a pas été possible de mesurer les capacités en mémoire de travail des lycéens participant à l'expérimentation ProFAN. De fait, notre population a constitué en un échantillon d'étudiants inscrits en première année à l'Université (N=342), issus de différentes filières de formation, à dominante féminine (60% de filles, 40 % de garçons). Toute chose étant égale par ailleurs, les conditions expérimentales étaient similaires à celles implémentées au sein du projet ProFAN, avec le respect de la procédure Jigsaw originale et de la non-structuration de la coopération dans le groupe contrôle. Enfin, nous avons examiné (Chapitre 7) si la méthode Jigsaw influençait les buts d'accomplissement et l'estime de soi des élèves au cours du temps dans le cadre d'analyses longitudinales conduites sur les données ProFAN.

PARTIE EMPIRIQUE

CHAPITRE 4 – L’EXPERIMENTATION NATIONALE PROFAN ET MESURES DE LA QUALITÉ DE L’IMPLEMENTATION

Nous présentons dans ce chapitre les objectifs, la procédure et l’ensemble des mesures de l’étude ProFAN, qui nous a permis d’étudier les effets de Jigsaw sur les performances scolaires en fonction des buts d’accomplissement de soi et de l’estime de soi (Chapitres 5 et 7). Trois indicateurs mesurant la qualité de l’implémentation de l’étude ProFAN sur le terrain sont également présentés.

4.1. Présentation du dispositif expérimental ProFAN : une expérimentation de terrain inédite pour tester et comprendre les effets de Jigsaw sur les performances académiques

L’objectif de cette étude longitudinale (2017-2020) était de contribuer au renouvellement de la formation professionnelle en France, en dotant les élèves de compétences transversales non techniques, pour répondre aux exigences du monde de l’entreprise. L’expérimentation ProFAN visait à impulser le développement de compétences sociales (i.e., coordination, communication, négociation) et numériques, tout en veillant à améliorer les compétences académiques (performances scolaires). Avec la volonté d’appliquer des méthodes pédagogiques alternatives à celles qui sont appliquées traditionnellement dans les lycées professionnels (établissement de formation professionnelle), ProFAN a ainsi permis de tester pour la première fois à grande échelle comment l’introduction du travail coopératif Jigsaw, basé sur l’interdépendance positive, peut influencer trois grandes catégories de comportements chez les lycéens du Bac Pro : les performances académiques, les composantes psycho-affectives et un socle de compétences sociales.

Le dispositif expérimental a été déployé dans 10 académies (Montpellier, Toulouse, Bordeaux, Limoges, Poitiers, Nantes, Rennes, Reims, Nancy-Metz, et Strasbourg), au sein de 107 établissements professionnels conventionnés pour leur participation au projet. Les enseignants des établissements et les référents d’établissement (enseignant, ou chef d’établissement chargé du suivi et du déroulement de l’opération ProFAN sur le terrain) ont été indemnisés pour leur participation à l’expérimentation (indemnisation pour mission particulière—IMP). Sept laboratoires de recherche (français et suisses), spécialisés en

psychologie de l'éducation, en psychologie sociale, en sciences cognitives, et en informatique, ont pris part au projet afin d'assurer la coordination, la construction et le développement des outils de mesures sur le terrain, ainsi que le rayonnement scientifique de l'étude.

L'expérimentation a nécessité la construction d'une plateforme numérique (<https://profan.isima.fr/>) pour assurer la gestion de la randomisation des élèves au sein des groupes de travail, ainsi que la distribution des documents et des ressources pédagogiques à destination des enseignants et des élèves. La création d'une seconde plateforme destinée aux équipes de recherche, a permis le stockage et la récupération des données issues des questionnaires élèves (mesures des composantes psycho-affectives), des évaluations de fin de séquence (les apprentissages scolaires en mathématiques, en français et dans les enseignements professionnels) et enfin des mesures issues de tâches comportementales dites de la Boîte à Outils (BAO) destinées à évaluer les compétences sociales (communication, coordination, négociation).

Participants

Deux cohortes d'élèves (N= 10 395) ont participé pendant deux années consécutives au projet ProFAN. Le Tableau 1 présente les caractéristiques démographiques des participants. La première cohorte (2017) est entrée dans l'expérimentation en septembre 2017 et a quitté le dispositif en juin 2019. La seconde cohorte (2018) est entrée dans l'expérimentation en septembre 2018 et a quitté le dispositif en juin 2020. L'ensemble des élèves étaient régulièrement scolarisés en première et terminale, dans trois grandes filières de l'enseignement professionnel :

- La filière ASSP (Accompagnement Soins et Services à la Personne)
- La filière MELEC (Métiers de l'électricité et de ses environnements connectés)
- La filière Commerce, qui vise à préparer les métiers de la vente et de la relation client.

L'expérimentation est conduite sur 2 promotions consécutives de bac pro, selon le calendrier suivant (voir Flowchart) :

- année scolaire 2017/2018 ; classes de 1^{ère}
- année scolaire 2018/2019 : classes de Terminale (1^{ère} de 2017/2018) & nouvelles classes de 1^{ère}
- année scolaire 2019/2020 : classes de Terminale (1^{ère} de 2018/2019)

Tableau 1. Caractéristiques démographiques des participants de l'échantillon ProFAN

		Condition			Total
		Méthode Jigsaw	Controle coopératif	Controle traditionnel	
Filière	ASSP	1060	1222	1172	3454
	COMMERCE	1429	1374	1465	4268
	MELEC	1018	850	573	2441
Age	moins de 15 ans	9	8	6	23
	15 ans	248	229	194	671
	16 ans	1733	1656	1415	4804
	17 ans	954	946	816	2716
	18 ans	182	174	192	548
	19 ans	43	42	47	132
	plus de 20 ans	29	40	36	105
Sexe	Fille	1671	1755	1615	5041
	Garçon	1527	1340	1091	3958

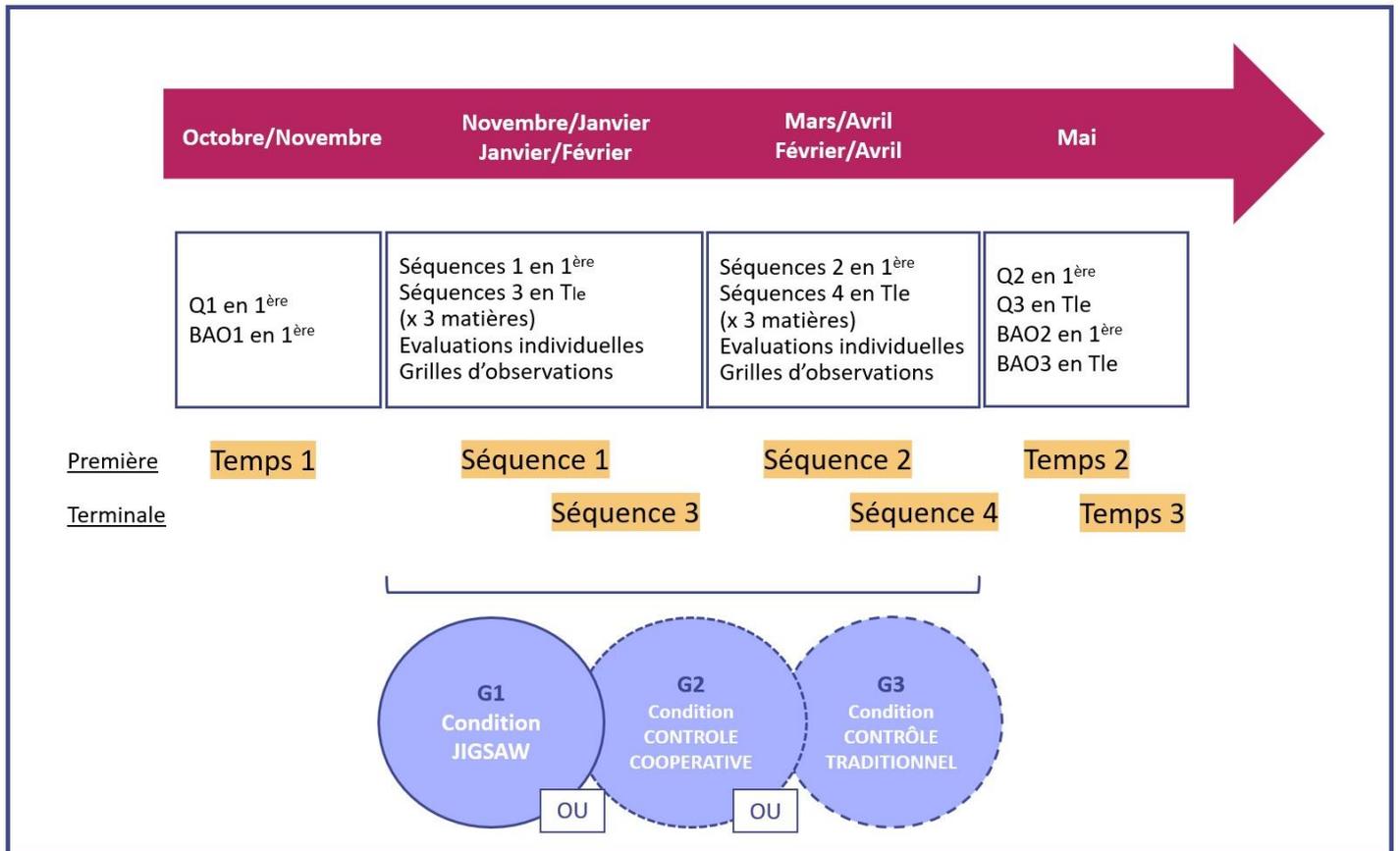
Procédure

Tous les établissements (N=107) ont été affectés à l'une ou l'autre des conditions expérimentales. Deux groupes contrôles ont permis d'évaluer les effets de la méthode Jigsaw sur l'ensemble des variables mesurées. Toutes les instructions étaient accessibles à tout moment de l'étude sur la plateforme numérique ProFAN (matériel pédagogique, déroulement des séquences et des séances, évaluations).

Dans la condition expérimentale (Groupe 1), *la méthode coopérative Jigsaw* telle que développée par Aronson et al. (1978) était appliquée. Dans cette condition, le matériel pédagogique était préalablement divisé (disponible sur la plateforme), afin d'attribuer à chaque élève une partie du cours. Au début de chaque séance, la plateforme déterminait aléatoirement la constitution des groupes jigsaw. Chaque élève était responsable d'une portion du cours, dont il devait prendre connaissance individuellement. Les élèves étaient ensuite regroupés dans les groupes d'experts afin d'échanger, questionner et s'informer sur la portion du matériel qui leur était assignée. A l'issue de cette phase, les élèves pouvaient réaliser une synthèse collective (entre experts) afin de préparer leur retour dans les groupes jigsaw. Enfin, les élèves se retrouvaient au sein de leurs groupes de départ, avec pour objectif de mettre en commun leurs connaissances sur le cours.

Dans la condition *coopération sans interdépendance* (Groupe G2), le matériel pédagogique était distribué en intégralité aux élèves au sein de leurs groupes de travail. Il s'agit d'un point de comparaison inédit pour la méthode Jigsaw. Comme nous l'avons montré dans notre revue de la littérature (Chapitre 1), comparer Jigsaw uniquement à une organisation de travail individuel s'est avéré loin d'être suffisant pour déterminer quels aspects de la méthode sont bénéfiques puisque ces mécanismes peuvent être confondus (interdépendance, division du matériel, apprentissage par les pairs), et que des processus spécifiques aux dynamiques de groupes peuvent être à l'œuvre. La condition G2 du projet ProFAN peut s'apparenter aux groupes « sham », utilisés dans les protocoles de recherche en neurosciences et dans les essais cliniques : les sujets reçoivent un traitement en tout point identique (chirurgie, anesthésie) à celui des sujets du groupe expérimental, à l'exception de la partie thérapeutique de ce traitement. La condition G2 a donc permis de créer une situation de travail coopératif, en petits groupes, avec des mécanismes de groupe comparables à ceux de Jigsaw, sans disposer toutefois de la caractéristique principale de la méthode, l'interdépendance positive.

Dans la condition *contrôle traditionnel* (Groupe G3), les enseignants utilisaient les mêmes ressources pédagogiques et évaluations que dans les deux autres conditions. Dans cette condition, une liberté pédagogique totale a été laissée aux enseignants. Pour traiter l'ensemble des séquences pédagogiques, la consigne suivante était donnée sur la plateforme : « L'organisation pédagogique, les modalités de travail et les supports didactiques sont établis en toute liberté par le professeur ».



Flowchart. L'expérimentation ProFAN. Les deux cohortes d'élèves suivent le calendrier sur les années 2017-2019 et 2018-2020.

Matériel pédagogique

Les séquences pédagogiques se sont déroulées sur quatre semaines sur une période de deux ans (soit 4 séquences pour 4 semestres scolaires). Chaque séquence était réalisée selon l'une des trois modalités d'organisation pédagogique (G1, G2, G3) attribuée à l'établissement, dans deux disciplines générales (mathématiques et français) et dans la matière professionnelle principale de la filière (ASSP, MELEC ou Commerce). L'ensemble des séquences ont été développées en fonction du programme d'enseignement national, par les inspecteurs d'académie, en étroite collaboration avec les chercheurs. Ceci afin de s'assurer de la division du matériel pédagogique, nécessaire dans la condition Jigsaw (G1) mais exclue dans les deux autres conditions (G2 et G3).

Déroulement temporel

L'expérimentation ProFAN a comporté trois vagues de collecte de données :

- une première évaluation, qui constituait une base de référence avant l'intervention (Temps 1), a eu lieu au début de la deuxième année du lycée (octobre-décembre 2017 et 2018, pour la première et la deuxième cohorte d'élèves, respectivement) ;
- une seconde évaluation (Temps 2) a eu lieu à la fin de la deuxième année (avril-juin 2018 ou 2019 pour la première et la deuxième cohorte, respectivement) ;
- enfin, une évaluation finale (Temps 3) a été recueillie à la fin de la dernière année du lycée (avril-juin 2019 et 2020, pour la première et la deuxième cohorte, respectivement).

Mesures

Composantes psycho-affectives

Un questionnaire composé de 25 échelles (auto-évaluations) a été développé afin de mesurer un ensemble de variables motivationnelles, émotionnelles, et sociocognitives, aux trois moments clés de l'étude (avant, pendant et à la fin de l'expérimentation). Le questionnaire a été administré trois fois aux élèves (Q1, Q2 et Q3) et la durée de passation moyenne était de 60 minutes. Les items démographiques (genre, âge, et CSP des parents) étaient mesurés une seule fois, lors de la première vague de mesure (Q1). Enfin, des items relatifs à la perception du

questionnaire (intérêt et longueur, hasard, sérieux, et compréhension des réponses) ont été mesurés à Q1, Q2 et Q3. La liste complète des échelles administrées aux élèves peut être consultée Annexe 1. Dans le cadre des travaux présentés dans ce manuscrit, nous avons utilisé les échelles mesurant les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi (Annexes 2-3).

Evaluations de fin de séquence pédagogique

Chaque séquence pédagogique était évaluée en fin de semestre. Des évaluations standardisées ont été construites par les inspecteurs d'académies et membres du consortium de recherche, en suivant les grilles d'évaluation nationales des enseignements de mathématiques, de français et des matières professionnelles (ASSP, MELEC et Commerce). Au total quatre évaluations dans chaque discipline ont été administrées aux élèves afin de mesurer leurs performances scolaires. L'évaluation de fin de séquence était réalisée en classe entière sous la supervision de l'enseignant. Les élèves des trois conditions répondaient à cette évaluation de manière individuelle, sur une copie papier anonymisée (un code QR permettait ensuite d'identifier l'élève et d'apparier l'évaluation à ses données sur la plateforme ProFAN). Dans le cadre de cette thèse, nous avons analysé les résultats des évaluations de mathématiques réalisées pendant l'année de première (2017-2018) portant sur les séquences pédagogiques 1 et 2.

La Boîte à Outils (BAO) pour mesurer les comportements coopératifs

Trois tâches en ligne, organisées dans un dispositif appelé « boîte à outils » ont été développées afin d'évaluer les compétences sociales des élèves dans un environnement numérique. Les tâches étaient réalisées en petits groupes de trois à cinq élèves, sur un poste informatique, pendant une séance de 2 heures et à trois moments de l'étude (Temps 1, Temps 2 et Temps 3). Les activités suivantes étaient réalisées : la tâche de *brainstorming électronique* (Michinov, 2012 ; Michinov et al., 2015), qui vise à évaluer la créativité et la pensée divergente en groupe ; la tâche du *profil caché* (Stasser & Titus, 1985 ; Toma & Butera, 2009) qui évalue le partage des informations en groupe et la décision collective ; et la *tâche de survie* (Marcic, 1995) qui évalue la capacité à négocier, confronter des points de vue, et résoudre des problèmes en groupe. Les données de cet ensemble de mesures comportementales n'ont pas été traitées dans le cadre de notre thèse.

Retours de terrain et risque de biais

Comme dans toute étude réalisée en milieu naturel, des biais inhérents à l'expérimentation de terrain étaient présents dans cette étude. En raison du caractère écologique de l'étude, qui constitue une expérimentation totale en milieu naturel, l'ensemble du protocole expérimental a été réalisé en intégralité par les enseignants et les référents des établissements impliqués dans le projet. A aucun moment de l'étude, les équipes de recherche n'ont pris part à la passation des évaluations, des questionnaires, des tâches comportementales informatisées, ni à la mise en place du protocole expérimental dans les classes. Par conséquent, certains biais étaient inévitables (modification des consignes, libertés avec le dispositif, *etc*). L'ensemble des équipes de recherche a néanmoins pu se rendre sur le terrain à deux occasions, afin de rencontrer les acteurs du projet et les élèves d'un petit nombre d'établissements pour avoir un retour d'expérience du terrain. Les informations recueillies dans ce cadre ont permis d'aiguiller le développement de mesures post-hoc (voir section 4.2 du présent chapitre). Les comptes rendus de nos visites dans les établissements des académies de Toulouse et de Montpellier sont disponibles en Annexe 4. Enfin, un certain nombre de référents-établissement nous ont fait part du non-respect des consignes ProFAN au sein de leurs établissements. Ces deux éléments nous ont ainsi alertés sur la nécessité de contrôler les données à plusieurs niveaux (élève, classe et établissement).

Encadré 2. Le Questionnaire Q3-extension

Questionnaire Q3-extension : le projet ProFan pendant la crise sanitaire

- En raison de la crise sanitaire liée au COVID-19, une extension du questionnaire ProFan Q3 a été construite par le consortium de recherche. Ce questionnaire *ad hoc*, portait sur la **gestion de la crise sanitaire liée au COVID-19 par les élèves PROFAN**. Les objectifs étaient de mesurer l'environnement numérique de travail, l'adaptation à la situation et les comportements en situation de télétravail de l'élève. Puisque l'expérimentation ProFAN a mis à disposition des professeurs et des élèves une plateforme numérique afin de gérer les travaux de groupe, ainsi que la passation des questionnaires, il est possible que les élèves aient pu apprendre à travailler et à échanger à distance via l'outil numérique, en raison de l'utilisation permanente de cette plateforme de travail. Dans cette logique, il était nécessaire de vérifier leur **adaptation à l'outil numérique pendant la période de confinement**.
- **Les premiers résultats** ont contribué à montrer que les élèves du dispositif ProFAN bénéficient d'un accès aux équipements numériques, qui a permis de maintenir le contact avec les professeurs et les camarades, afin d'assurer la continuité pédagogique. L'organisation en situation de télétravail et le niveau d'autorégulation des apprentissages en ligne se sont révélés satisfaisants. Également, les élèves ont déclaré ne pas avoir l'impression de moins travailler qu'en période scolaire habituelle. Lors de l'exploitation prochaine des résultats, ces éléments pourront être traités en fonction des conditions expérimentales, afin de déterminer si l'exposition à l'interdépendance positive (via Jigsaw) a pu favoriser ou non des comportements prosociaux et le développement d'une forme de coopération en période de crise.
- Bien que les réponses recueillies sur le questionnaire Q3-extension ne soient pas directement traitées dans le cadre de notre thèse, nous avons contribué à la construction des échelles et à l'analyse des données. Ce travail a conduit à la rédaction d'un rapport destiné au Ministre de l'Éducation, au sein d'un groupe de travail avec des chercheurs du consortium. Ce rapport peut être (partiellement) consulté à l'adresse suivante : <https://edunumrech.hypotheses.org/2432#more-2432>

4.2 Elaboration et utilisation d'indicateurs ad-hoc mesurant la qualité de l'intervention ProFAN

Mesurer la qualité de l'implémentation d'une intervention dans un contexte d'expérimentation permet de s'assurer de la qualité des données récoltées. La question de l'évaluation de la qualité d'une manipulation expérimentale est donc loin d'être triviale, puisqu'elle concourt directement à l'interprétation de résultats qui peuvent avoir des répercussions importantes en termes de politiques éducatives. Dans le champ de l'éducation, nombreux sont les travaux qui éludent cette question pour présenter uniquement des résultats comparant un nouveau système éducatif à un système dit « traditionnel » (sans intervention). Pourtant, s'intéresser aux processus qui régissent l'implémentation (Abildgaard, Saksvik, & Nielsen, 2016) et pas uniquement aux retombées d'une intervention, permet d'apprécier plus justement des observations empiriques en fonction de la réalité du terrain. Concernant la méthode Jigsaw, Moskowitz et al. (1983) ont rapporté que des modifications substantielles de la procédure expérimentale avaient été opérées par les enseignants lors de l'une de leurs études menées en milieu scolaire. Des changements de consignes avaient été effectués de manière spontanée par les enseignants vis-à-vis de la procédure Jigsaw. Cet exemple illustre les véritables conditions d'une recherche dite « écologique » ou réalisée en milieu naturel : en l'absence de contrôle, les participants de l'étude (qu'il s'agisse des élèves ou des enseignants) peuvent prendre des libertés avec le protocole expérimental (plus difficile dans le contexte du laboratoire). Ainsi, l'efficacité d'une intervention ne se mesure pas seulement en rapport aux résultats d'un groupe témoin ou contrôle. Il convient d'y associer des indices de qualité, afin de réduire le risque de première espèce (soit prétendre à tort la présence d'un effet expérimental).

4.2.1 Indicateur de l'implémentation du dispositif : Grilles d'observation à l'usage des enseignants

La plateforme ProFAN a permis le recueil et le stockage de données complémentaires à celles des élèves, liées à la qualité de l'expérimentation menée sur le terrain dans l'ensemble des établissements. En raison du caractère longitudinal de l'étude, composée de quatre séquences d'enseignements, les enseignants étaient invités à rapporter leurs appréciations du travail de groupe à l'issue de chacune des séquences pédagogiques (qui correspondaient aux phases d'expérimentation dans les classes). Un auto-questionnaire diffusé à l'ensemble des

enseignants des trois conditions a été construit par le consortium de recherche, afin de mesurer :

- i) l'organisation de travail des élèves au sein des groupes coopératifs ;
- ii) la perception des enseignants de la motivation des élèves ;
- iii) la perception des enseignants de l'efficacité du mode de travail dans la séquence pédagogique achevée;
- iv) le niveau de satisfaction des enseignants de l'organisation pédagogique ;
- v) les difficultés techniques éventuelles rencontrées par les enseignants en cours de la séquence pédagogique ;
- vii) des indicateurs objectifs de la mise en place de la séquence (date de commencement et de fin de la séquence, volume horaire, *etc.*). Les réponses à ces grilles d'observation ont permis d'apprécier *a posteriori* le déroulement de la procédure sur le terrain (voir Annexe 7). Les données issues de ces grilles d'observation ont été traitées de manière descriptive dans un premier temps, afin d'illustrer le taux de participation des enseignants sur la plateforme et leurs perceptions de la mise en place de l'organisation du travail au sein des classes.

Dans un second temps, les réponses ont été utilisées afin de vérifier la correspondance entre les conditions expérimentales attribuées aux établissements *a priori* (G1, G2, G3) et les conditions de travail rapportées par les enseignants, à l'instar d'un *manipulation check* qui permet de vérifier l'efficacité d'une manipulation expérimentale et les différences attendues par le chercheur entre ses conditions expérimentales. La première série de mesures, liée à l'organisation de travail des élèves au sein des conditions coopératives G1 et G2, a fait l'objet d'analyses afin de déterminer la concordance entre la condition expérimentale « réelle » et le respect des consignes des conditions G1 et G2 déclarées par les enseignants. Cette variable multinomiale a permis d'établir cinq types de configurations possibles au sein des classes, qualifiées d'options d'organisation (voir Tableau 2). Les enseignants des trois conditions étaient amenés à répondre à cet auto-questionnaire directement sur la plateforme ProFAN, à la fin de chaque séquence en mathématiques, en français et dans les matières professionnelles. Néanmoins, notre analyse n'a été conduite que sur les réponses des enseignants des conditions G1 et G2, puisque les enseignants de la condition G3 ne disposait pas d'instructions précises sur la façon d'utiliser le temps de cours.

Tableau 2. Options de réponses sur la grille d'implémentation de l'organisation de travail, à destination des enseignants du dispositif ProFAN.

<i>Les élèves ont-ils travaillé...</i>	Correspondance G1 (Jigsaw)	Correspondance G2 (contrôle)
En groupe, avec chaque membre du groupe sur la totalité des chapitres (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)	☐	■
En groupe, avec l'ensemble des membres du groupe sur un seul et même chapitre (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)	■	☐
En groupe, avec chaque membre du groupe sur un chapitre différent (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)	■	☐
Individuellement (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)	■	■
En classe entière (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)	■	■

Comparaison des deux distributions

Dans l'optique de vérifier la congruence entre les consignes officielles assignées aux établissements des conditions G1 et G2, et les réponses déclarées par les enseignants, un travail préliminaire a été réalisé en collaboration avec trois membres du consortium de recherche. Dans un premier temps, l'objectif a été d'assigner la condition expérimentale théorique (G1/G2/G3) à chacune des consignes données pour les séances des quatre séquences pédagogiques en mathématiques et en français (voir Annexe 5 pour un exemple d'organisation de séance en mathématiques). Cette première phase a été réalisée par quatre juges (membres du consortium ProFAN) qui ont coté indépendamment leurs réponses. Les quatre juges ont ensuite justifié leurs choix lors d'une discussion collective et ont convenu ensemble de la condition théorique attribuable à chacune des étapes de la séance. La distribution théorique obtenue (basée sur la méthode des juges), a ensuite été comparée à la distribution observée (réponses des enseignants). Afin de représenter la congruence entre les deux distributions, nous avons eu recours à la distance du χ^2 . Pour évaluer l'importance des facteurs, nous avons testé un modèle de régression mixte complet avec toutes les interactions entre les prédicteurs (sujet, cohorte,

temps et condition), tous traités comme variables catégorielles. Le score χ^2 a été utilisé comme variable dépendante, et une transformation logarithmique a été appliquée afin de rendre normale la distribution des résidus. L'enseignant de la classe était traité comme intercept aléatoire. Des contrastes ont ensuite été réalisés entre les niveaux des facteurs pris individuellement. Les résultats de ces comparaisons sont présentés sous forme graphique (Figures 1-4), où Y correspond à la densité des réponses des enseignants (probabilité). Une distribution de type platikurtique indiquant un taux de réponses faible, et une distribution leptokurtique indiquant un taux de réponses élevé. X correspond à la distance exprimée en termes de χ^2 entre les deux distributions, correspondant à la qualité de l'implémentation. Un score faible représente une congruence absolue entre les deux distributions, et un score élevé signifie que l'implémentation de la condition (G1 ou G2) diverge de la procédure théorique. Ainsi, plus la distribution présente une asymétrie positive vers la droite, moins bonne est l'adéquation entre les réponses observées et les règles théoriques.

Résultats de la qualité de l'implémentation de Jigsaw

Notre analyse met en avant trois résultats principaux. Premièrement, la méthode Jigsaw a mieux été implémentée en mathématiques qu'en français (différence estimée = 0.645, SE = 0.105, $p < .0001$). Les réponses des enseignants sur les grilles d'observations se sont avérées plus fidèles aux consignes données en mathématiques, comme en témoigne la distribution du χ^2 (Figure 1). La qualité de l'implémentation en français est questionnable. Il semblerait que plus de libertés aient été prises vis-à-vis des consignes dans cette matière (Figure 2). Deuxièmement, on observe que la distance entre les deux distributions ne diffère pas entre les deux cohortes (différence estimée = -0.045, SE = 0.08, $p = .606$), dans les deux matières. La qualité de l'implémentation ne se détériore pas au cours du temps, mais ne s'améliore pas non plus. Enfin, la condition G2 présente une faible qualité d'implémentation, par rapport à la condition Jigsaw (différence estimée = 0.844, SE = 0.105, $p < .0001$). Il semblerait que les consignes dans cette condition aient été moins respectées par les enseignants (Figures 3 - 4).

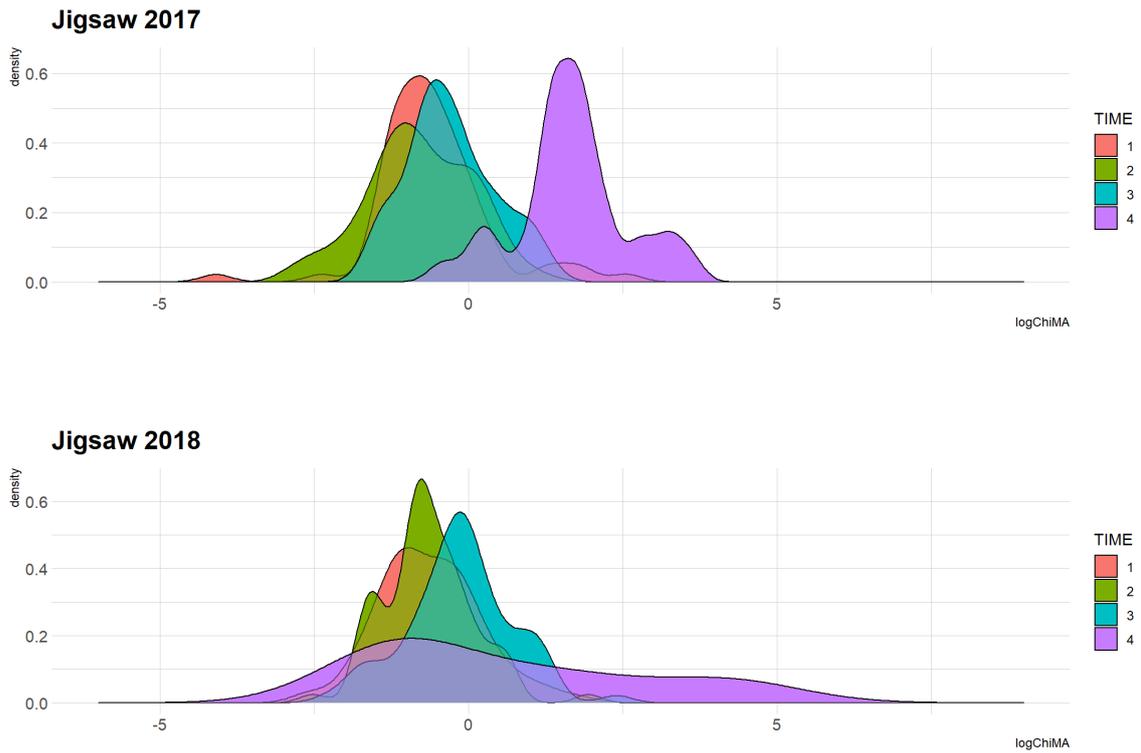


Figure 1. *Qualité de l'implémentation de la méthode Jigsaw, en mathématiques*

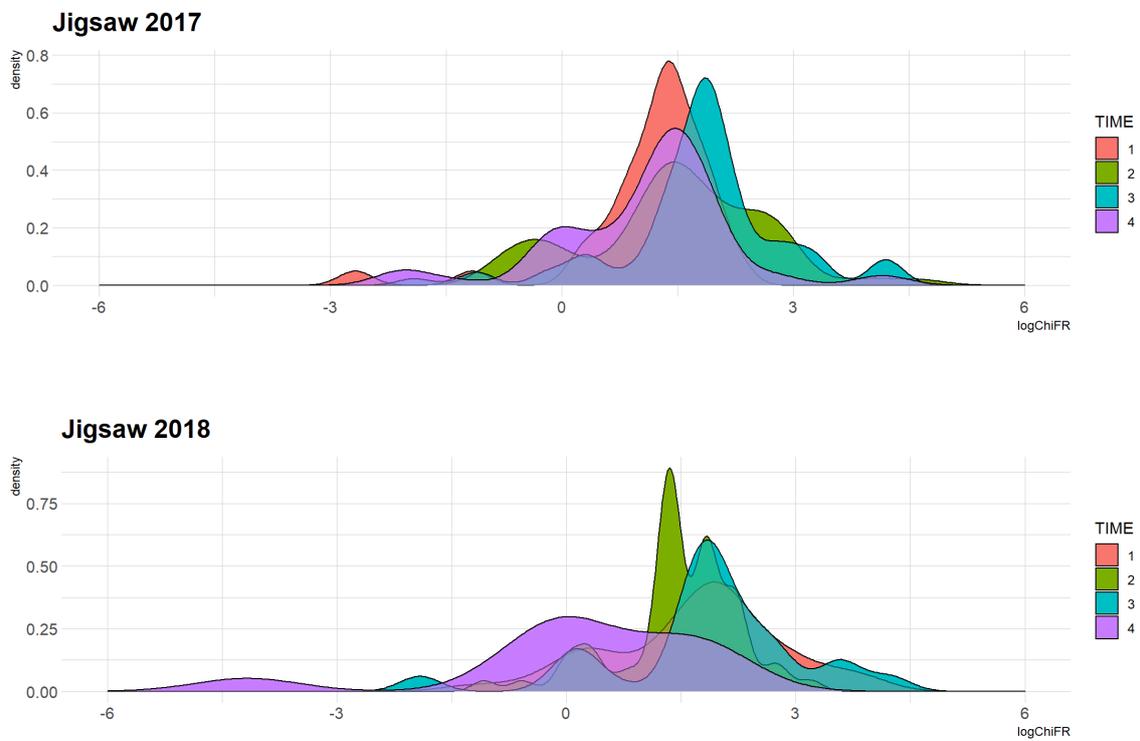


Figure 2. *Qualité de l'implémentation de la méthode Jigsaw, en français*

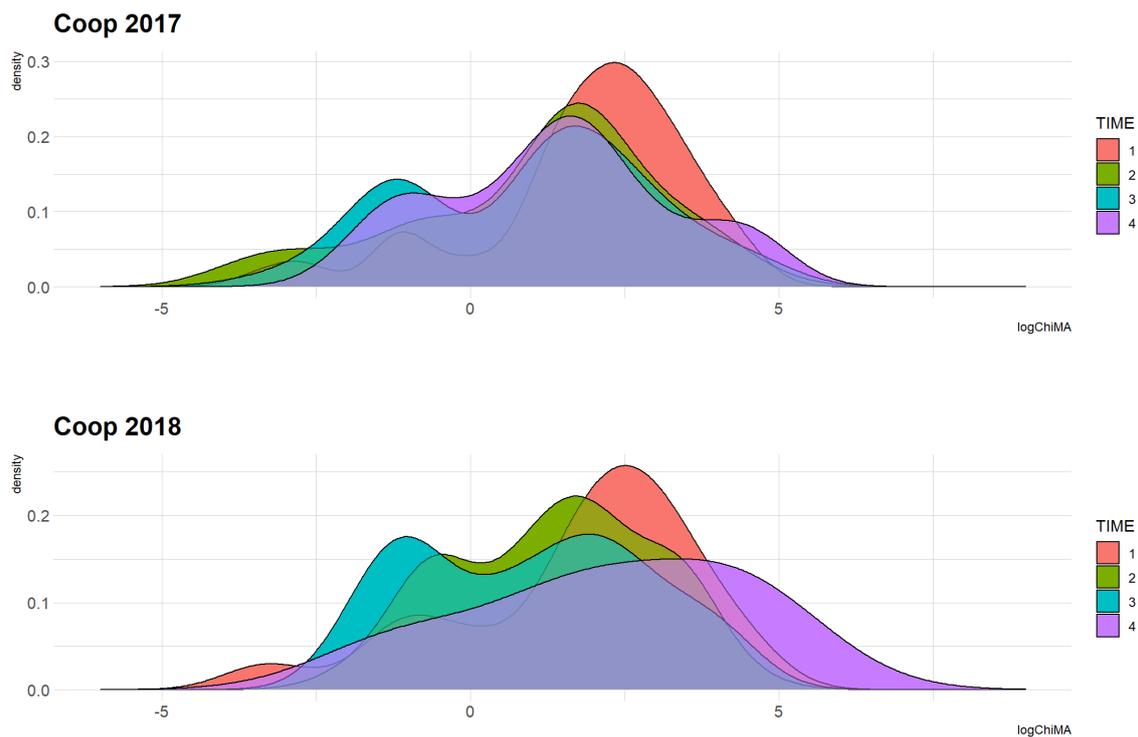


Figure 3. *Qualité de l'implémentation de la condition coopérative G2, en mathématiques*

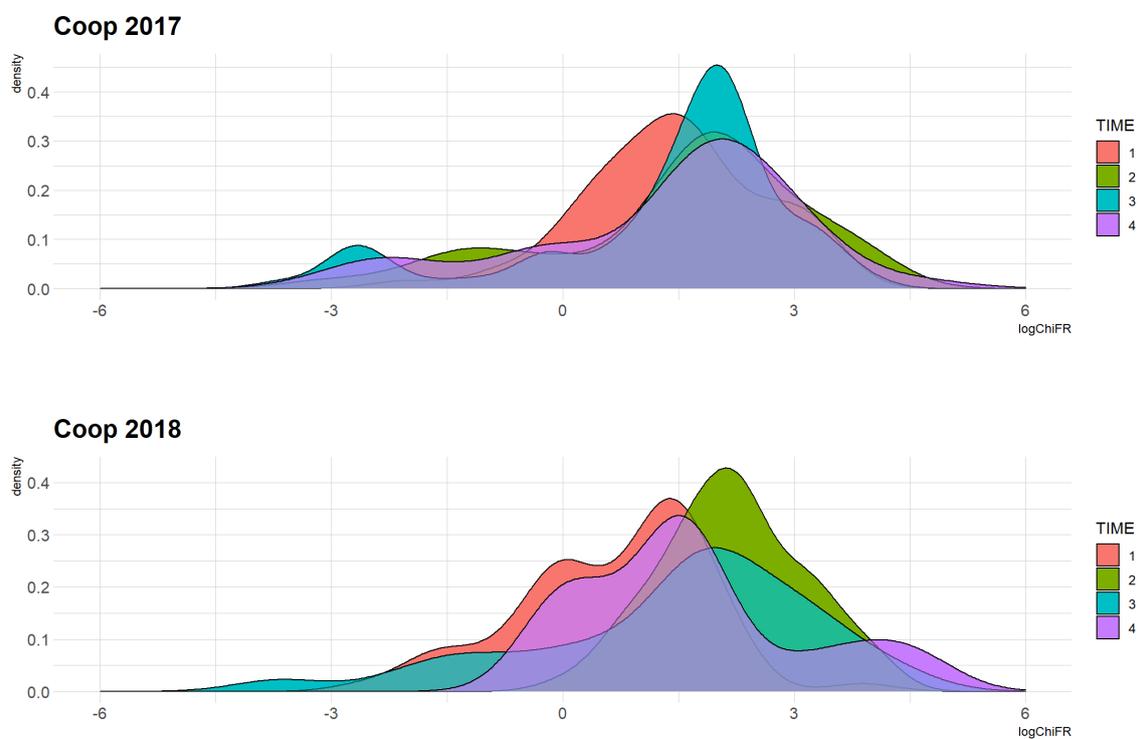


Figure 4. *Qualité de l'implémentation la condition coopérative G2, en français*

4.2.2 Interview des référents académiques

Un second ensemble de données a été recueilli auprès du corps enseignant, en leur qualité de référents académiques dans le cadre du projet ProFAN. Des entretiens téléphoniques ont été réalisés par les membres du consortium de recherche, entre le 13/04/2020 et le 06/05/2020, pendant la période de confinement national liée à la pandémie de Covid-19 en France. L'échantillon était constitué d'enseignants spécialisés dans l'une des matières générales (français et mathématiques) ou professionnelles (ASSP, Commerce ou MELEC), de chefs d'établissements, et de DDFPT (Directeur Délégué aux Formations Professionnelles et Techniques). Une grille d'entretien a été développée et validée par l'ensemble du collectif de recherche pour assurer une conduite semi-standardisée des entretiens (voir Annexe 6).

L'objectif de ces entretiens était de qualifier l'implémentation de la procédure pour les groupes G1 et G2 au sein de tous les établissements ayant travaillé dans l'une ou l'autre de ces conditions. Nous avons pu conduire quatre entretiens individuels, auprès d'une enseignante de commerce et d'un enseignant en électrotechnique pour la condition G1, et auprès d'un enseignant de biotechnologies et d'un enseignant en électrotechnique pour la condition G2. Les réponses collectées lors de ces entretiens ont ensuite été assemblées afin de constituer une base de données exploitable par le consortium (N=67 *interviews*). Ces entretiens avec les référents, ont permis de soulever de potentielles difficultés organisationnelles, pédagogiques, ou techniques lors de la mise en place des séquences pédagogiques, de questionner le type d'organisation de travail au sein des classes dans chacune des matières ProFAN (en groupes) et la distribution du matériel (tout ou partie des documents pédagogiques). Surtout, les questions ont permis de s'assurer de l'implémentation de Jigsaw au niveau de l'*établissement*.

Les résultats de ces entretiens, ont contribué à la vérification de l'implémentation des conditions expérimentales de manière analogue aux grilles enseignants. Leur apport réside en le fait que les chefs d'établissement, ainsi que les DDFPT peuvent bénéficier d'une vision d'ensemble de ce qu'il s'est passé au cours des 4 années d'expérimentation sur le terrain. Néanmoins, les données de ces entretiens n'ont pas été traitées dans le cadre de notre thèse, car elles ne représentaient qu'un petit panel de répondants, et parce qu'il est possible que les réponses aient été impactées par un oubli à mesure, les entretiens ayant été réalisés à la toute fin de l'expérimentation.

4.2.3 Les filtres de variabilité intra-individuelle : comment révéler des patterns de réponses non-aléatoires.

Les réponses sur les échelles de mesure dans les enquêtes et questionnaires peuvent être sujettes à la présence de différents biais, tels que des *outliers*, ou des données erronées, en raison du fait que certains individus puissent tricher sur les échelles de mesure (e.g., Bressan, Rosseel & Lombardi, 2018). Conserver des observations de ce genre lors du traitement statistique peut conduire à des erreurs d'inflation de la variance et à des estimations biaisées des paramètres. Une solution lors du traitement des données de questionnaires (échelles catégorielles), consiste donc à vérifier, puis à trier les observations ne présentant aucune variabilité. Conserver les données d'un participant dont l'intégralité des réponses à un questionnaire ne varie pas (e.g., sélection constante de la valeur centrale sur une ou plusieurs échelles), peut être préjudiciable. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce type de réponses : le manque d'intérêt et/ou de motivation pour l'étude ; la désirabilité sociale qui conduit à surestimer ses réponses – ou à les sous-estimer, en fonction que ce soit socialement accepté ; la fatigabilité en raison de la durée du questionnaire. Des filtres de variabilité intra-individuelles ont donc été constitués pour traiter les réponses des trois questionnaires : par échelle (en utilisant tous les items de l'échelle), ou par page (en utilisant tous les items affichés sur une même page du questionnaire).

Résumé des données analysées dans le cadre de nos travaux

En raison du caractère longitudinal de l'étude, les données des élèves ont été acheminées sur la plateforme *au fil de l'eau*. Les données issues des évaluations scolaires n'étant pas totalement extraites au moment de l'écriture de ce manuscrit, seules les données de la première cohorte (2017-2019) ont été analysées (voir Encadré 3). Dans le cadre de nos travaux, nous avons choisi d'exploiter les données des évaluations des séquences de mathématiques afin de garantir une plus grande puissance statistique puisque les trois filières de formation répondaient à ces évaluations. Ce choix est renforcé par les résultats de notre étude de la qualité de l'implémentation des conditions expérimentales (section 4.2.1), qui suggèrent que les séquences de mathématiques ont mieux été implémentées dans les établissements que les séquences de français. Par ailleurs, aucune évaluation en français n'a été réalisée au premier trimestre de l'expérimentation, ce qui représentait un frein à la réalisation de nos analyses de modérations. Les évaluations portant sur les matières professionnelles étant spécifiques à

chaque filière, il n'était pas possible d'agrèger les réponses en un score unique. De plus, nos analyses auraient été contraintes à l'étude de l'une ou l'autre des filières et à ses spécificités. Puisque nous n'avions pas d'hypothèses en fonction de la filière de l'élève (ou du sexe), ces deux facteurs n'ont pas été intégrés à nos modèles, mais ont toutefois été contrôlés dans des analyses complémentaires.

Encadré 3. Données analysées

- Cohorte 2017-2019
- Élèves de 1ere et terminale, issus des 3 filières professionnelles
- Evaluations des performances scolaires en mathématiques
(Temps 1 & Temps 2)
- Echelle des buts d'accomplissement de soi (Temps 1, Temps 2, Temps 3)
- Echelle d'estime de soi (Temps 1, Temps 2, Temps 3)
- Grilles d'observations à destination des enseignants

CHAPITRE 5 – EFFETS DE L’APPRENTISSAGE COOPERATIF JIGSAW SUR LES PERFORMANCES SCOLAIRES EN FONCTION DES BUTS D’ACCOMPLISSEMENT DE SOI ET DE L’ESTIME DE SOI

Dans ce chapitre, nous examinons pour la première fois la relation qu’entretient l’apprentissage coopératif Jigsaw avec les buts d’accomplissement de soi et l’estime de soi. Nous pensons que les buts d’accomplissement de soi et l’estime de soi peuvent contribuer à clarifier les effets de Jigsaw sur les performances scolaires, soit en tant que variables modératrices, soit en tant que variables médiatrices. Pour rappel, nos hypothèses ont été testées sur les données de l’expérimentation ProFAN conduite dans des lycées professionnels (voir Chapitre 4). Deux séries d’analyses (médiations et modérations) ont été réalisées de façon indépendante sur les buts d’accomplissement, puis sur les perceptions de l’estime de soi.

5.1. Participants et données analysées

Les observations des élèves de la cohorte 1 (2017-2019) ont été utilisées pour conduire l’ensemble de nos analyses. Après exclusion des données manquantes, notre échantillon se composait de 5385 élèves (2544 filles, 2054 garçons, 787 données manquantes), âgés de 14 à 20 ans. Les analyses de modulation ont été réalisées sur les données du premier trimestre (niveaux initiaux pour les buts d’accomplissement de soi et l’estime de soi, et l’évaluation S1). En revanche, les analyses de médiation ont été conduites sur les données issues du questionnaire Q2 et l’évaluation S2 de mathématiques (voir flowchart Chapitre 4). Les échelles mesurant les buts d’accomplissement et l’estime de soi étant multifactorielles, une variabilité minimale était attendue sur l’ensemble des réponses. Nous avons donc fait le choix d’appliquer un filtre de variabilité intra-individuelle (voir Chapitre 4), afin d’écartier des données de participants ayant répondu de manière identique à l’ensemble des items (écart-type > 0 sur l’échelle cible). Un filtre spécifique a été appliqué pour chaque variable et à chacun des temps de mesure concernés par l’analyse (variables du semestre 1 pour les analyses de modulation et variables du semestre 2 pour les analyses de médiation). Le Tableau 3 présente la taille des échantillons finaux pour chaque variable et chaque analyse.

Tableau 3. Tailles d'échantillons pour les analyses de modération et médiation

Type d'analyse	N _{total}	N _{filles}	N _{garçons}	Age moyen (écart-type)
Modération				
Buts d'accomplissement de soi	2377	1302	1075	16.4 (0.85)
Estime de soi	2543	1380	1163	16.42 (0.89)
Médiation				
Buts d'accomplissement de soi	1630	964	666	16.35 (0.81)
Estime de soi	1630	964	666	16.35 (0.81)

Pour ces deux séries d'analyses, la taille de l'échantillon peut varier légèrement en raison d'éventuelles valeurs manquantes sur les mesures spécifiques (prédicteurs, variables, covariables) prises en compte dans les modèles. Les analyses de médiations et de modérations ont été réalisées de manière indépendante sur les buts d'accomplissement, puis sur l'estime de soi, de façon à éviter la multiplication du nombre de paramètres et de termes d'interactions dans les modèles.

5.2. Rappel de quelques éléments clés de la procédure ProFAN

La procédure expérimentale a été présentée en intégralité au Chapitre 4. Pour rappel, les élèves de la première cohorte ont répondu au Questionnaire Q1 au début de l'expérimentation (octobre-novembre 2017), puis au Questionnaire Q2 à la fin de l'année de première (mai-juin 2018). L'ensemble des 25 échelles du questionnaire (voir la liste en Annexe 1) ont été complétées par les élèves sur un poste informatique pour une durée moyenne de 60 minutes, sous la supervision de la personne référente au sein de l'établissement. Les séquences pédagogiques se déroulaient en fonction de la condition expérimentale ou contrôle à laquelle était affectée l'établissement.

5.3. Mesures

Buts d'accomplissement de soi

L'échelle des buts d'accomplissement de soi de Elliot et McGregor (2001), traduite en langue française par Darnon et Butera (2005) (voir Annexe 2), a été utilisée afin de mesurer les quatre buts à trois moments de l'étude (avant, pendant et à la fin de l'expérimentation). Les élèves répondaient sur des échelles de Likert, allant de 1 (pas du tout vrai pour moi) à 7 (très vrai pour moi). Chaque but était mesuré par trois items (e.g., maîtrise approche : « Je veux apprendre autant que possible de ce cours » ; performance-approche : « Mon but dans ce cours est d'avoir de meilleures notes que la plupart des élèves » ; performance-évitement : « Je veux seulement éviter d'échouer dans ce cours » ; maîtrise-évitement : « Je m'inquiète de ne pas apprendre autant que je le pourrais dans ce cours »).

Afin de vérifier la structure factorielle de l'échelle, deux analyses factorielles confirmatoires (CFA) ont été réalisées sur l'ensemble des items (pour le Temps 1 et pour le temps 2 respectivement). La méthode du maximum de vraisemblance (*maximum likelihood* en anglais) a été utilisée pour l'estimation des paramètres. Le modèle présente un ajustement satisfaisant des données au Temps 1, $\chi^2 = 655.935$, CFI = .976, NFI = .974, RMSEA = .055, SRMR = .045, GFI = 0.974, et au Temps 2, $\chi^2 = 510.882$, CFI = .975, NFI = .972, RMSEA = .057, SRMR = .046, GFI = 0.971. Le modèle 2 X 2 développé par d'Elliot et McGregor (2001) est donc confirmé sur les données de notre échantillon (quatre buts : le but de maîtrise-approche, le but de maîtrise-évitement, le but de performance-approche et le but de performance-évitement). Les coefficients de fiabilité interne (alpha de Cronbach) étaient très satisfaisants pour l'ensemble des sous-échelles ($\alpha > .70$). Les moyennes des quatre buts ont donc été calculées.

Estime de soi

L'échelle SPPA (« Self-Perception Profile For Adolescents ») développée par Harter (1988 ; 2012) et traduite en langue française par Bariaud (2006) (voir Annexe 3), a été utilisée afin de mesurer quatre dimensions principales de l'estime de soi à trois moments de l'étude (avant, pendant et à la fin de l'expérimentation). Ces dimensions se référaient à l'estime de soi perçue de manière générale (globale), par rapport à autrui (sociale), en milieu professionnel (entreprise) et en milieu scolaire (scolaire). Les élèves répondaient sur 20 échelles de Likert allant de 1 à 4 (1 signifiant une image de soi la moins favorable et 4 une image de soi

la plus favorable). Chaque dimension était mesurée par cinq items (e.g., estime de soi globale : « Certains jeunes sont souvent déçus d'eux-mêmes MAIS D'autres jeunes sont assez satisfaits d'eux-mêmes » ; estime de soi sociale : « Certains jeunes trouvent difficile de se faire des ami(e)s MAIS D'autres jeunes trouvent assez facile de se faire des ami(e)s » ; estime de soi entreprise : « Certains jeunes ont l'impression d'être prêts à assumer un travail à temps partiel MAIS D'autres jeunes ont l'impression qu'ils ne sont pas tout à fait prêts à assumer un emploi à temps partiel » ; estime de soi scolaire : « Certains jeunes réussissent très bien dans leur travail scolaire MAIS D'autres jeunes ne réussissent pas très bien dans leur travail scolaire »). En raison d'un problème technique sur la plateforme ProFAN, la dimension « scolaire » de l'échelle d'estime de soi n'a pas été administrée au premier trimestre de l'expérimentation (ce problème a été rectifié sur le Questionnaire Q2).

Afin de vérifier la structure factorielle de l'échelle, une analyse factorielle confirmatoire (CFA) a été réalisée sur l'ensemble des items. La méthode du maximum de vraisemblance a été utilisée pour l'estimation des paramètres. Notre analyse confirme la présence de trois facteurs sur la mesure de l'estime de soi (globale, sociale et entreprise) au Temps 1, $\chi^2 = 2196.258$, CFI = .850, NFI = .845, RMSEA = .073, SRMR = .056, GFI = 0.931, et de quatre facteurs (globale, sociale, entreprise et scolaire) au Temps 2, $\chi^2 = 2850.776$, CFI = .784, NFI = .779, RMSEA = .091, SRMR = .069, GFI = 0.889. Les coefficients de fiabilité interne (alpha de Cronbach) étaient satisfaisants pour l'ensemble des sous-échelles ($\alpha > .70$). Les moyennes des dimensions de l'estime de soi ont été calculées.

Performance scolaire

Les analyses de modération ont été conduites sur les résultats obtenus à l'évaluation de mathématiques au premier trimestre de l'année scolaire (décembre 2017). Cette évaluation portait sur l'ensemble des contenus de la séquence pédagogique « *Statistique à une variable* ». Pour les analyses de médiation, les résultats obtenus à l'évaluation de mathématiques du troisième trimestre ont été analysés (mars-avril 2018). Cette évaluation portait sur l'ensemble des contenus de la séquence pédagogique « *Du premier au second degré* ».

Les deux évaluations mesuraient plusieurs compétences issues de la grille nationale de mathématiques et de sciences physiques : *s'approprier* (APP), *analyser-raisonner* (RAI), *réaliser* (REA), *valider* (VAL) et *communiquer* (COM), représentés par quatre sous-scores. En raison d'une erreur technique sur la plateforme ProFAN, ces sous-scores n'ont pas pu être traités. Puisque le score global sur chaque évaluation – allant de 0 (très insuffisant) à 10 (très

bien), était disponible, ce score a donc été retenu pour la conduite de nos analyses (mathématiques performance T1 et mathématiques performance T2).

5.4. Rappel des hypothèses

5.4.1. Les buts d’accomplissement de soi

Hypothèses de modération

Le contexte d’apprentissage (G1, G2 ou G3) dans lequel les élèves ont travaillé lors de la première séquence pédagogique, dont les degrés d’interdépendance positive, de structuration et de coopération varient, peut être influencé par la force et la nature de l’orientation des élèves aux buts d’accomplissement (maîtrise-approche, performance-approche, performance-évitement, maîtrise-évitement). Puisque ces quatre buts présentent des effets distincts sur les performances scolaires (voir Chapitre 3), des effets différenciés étaient attendus sur les résultats scolaires des élèves. Des sous-hypothèses relatives à chacun des buts sont formulées dans la section suivante, afin de rendre compte de potentielles interactions avec le contexte d’apprentissage. En complément, nos hypothèses d’interactions ont été partiellement orientées par les résultats d’une étude ancillaire conduite en parallèle de l’expérimentation ProFAN (voir chapitre 6), chez des étudiants de l’Université.

Hypothèse 1 – Le but de maîtrise-approche comme modérateur de la coopération (H1)

Nous pensons que les élèves ayant travaillé dans le scénario coopératif Jigsaw (G1) et qui présentent un niveau initial élevé de maîtrise-approche, sont susceptibles d’obtenir de meilleurs résultats scolaires que, i) les élèves ayant travaillé de manière traditionnelle (G3) ou en coopération non structurée (G2), ii) les élèves qui présentent un faible niveau de motivation à la maîtrise-approche, indépendamment de la Condition d’apprentissage. L’apprentissage coopératif réalisé avec Jigsaw peut en effet être plus efficace chez des élèves qui présentent une orientation importante vers la maîtrise-approche, en raison de la nécessité de maîtriser la tâche ou les concepts du cours, afin de pouvoir les expliquer à son tour aux membres de son groupe.

Hypothèse 2 – Le but de performance-approche comme modérateur de la coopération (H2)

Le travail coopératif avec Jigsaw (G1), peut faciliter la réussite des élèves ayant de faibles niveaux de but de performance-approche. Deux explications complémentaires peuvent concourir à expliquer ce phénomène : i) puisque travailler en groupe nécessite de mettre temporairement de côté ses attitudes compétitives, un faible niveau de performance-approche peut être facilitateur lors du travail avec Jigsaw ; ii) la structuration importante de la méthode Jigsaw, peut guider l'apprentissage d'élèves parfois démotivés, ayant l'habitude d'utiliser des stratégies de surface pour apprendre. De ce fait, chez les élèves ayant un faible niveau de performance-approche, un effet bénéfique de la méthode Jigsaw peut être observé. *A contrario*, chez les élèves du groupe contrôle (G3), nous nous attendons à ce que le but de performance-approche prédise positivement les performances, en raison d'un climat de compétition qui a pu être entretenu dans le cadre de ce contexte pédagogique.

Hypothèse 3 – Le but de performance-évitement comme modérateur de la coopération (H3)

Nous nous attendons à observer un effet positif de l'apprentissage avec Jigsaw (G1) sur la performance en mathématiques chez les élèves qui présentent un niveau élevé de performance-évitement : en donnant du cadre à des élèves habituellement désorganisés et stressés par le travail scolaire, la méthode Jigsaw peut contribuer à *réduire* les effets délétères du but de performance-évitement (anxiété, désorganisation). En outre, nous formulons une seconde hypothèse. Puisque ce but est un prédicteur négatif des performances scolaires, nous nous attendons à ce que les élèves dont le niveau de performance-évitement est le plus faible bénéficient également des effets de Jigsaw sur la performance scolaire.

Hypothèse 4 – Le but de maîtrise-évitement comme modérateur de la coopération (H4)

Enfin, en raison du manque de données empiriques et de conceptualisation théorique concernant les liens entre but de maîtrise-évitement et contexte d'apprentissage, mais également parce que des relations nulles (voire négatives) sont habituellement observées entre ce but et les résultats scolaires, nous ne formulons pas d'hypothèse spécifique. Ainsi, cette analyse de modulation sera purement exploratoire, et permettra d'apporter une contribution au champ en investiguant les effets de ce but chez une population d'élèves jusqu'alors jamais étudiée dans la littérature.

Hypothèses de médiation

Nous pensons que l'apprentissage Jigsaw peut avoir une incidence positive sur les buts d'accomplissement, qui en conséquence, auront un effet bénéfique sur la performance scolaire. Il est possible que l'exposition à la méthode Jigsaw durant deux trimestres (novembre 2017-avril 2018) puisse influencer différemment les niveaux des quatre buts d'accomplissement de soi. Plus précisément, nous pensons que les niveaux des buts de performance (approche et évitement) peuvent diminuer, car les attitudes compétitives au sein des groupes Jigsaw ne sont pas adaptées pour apprendre le cours en groupe et réussir les évaluations finales, et parce que Jigsaw peut contribuer à réduire les attitudes compétitives chez les élèves. *A contrario*, nous faisons l'hypothèse que le but de maîtrise, lié à la réussite scolaire et aux efforts épistémiques peut augmenter après l'exposition à la méthode Jigsaw. La teneur motivationnelle de ce but est par ailleurs concordante avec les objectifs de Jigsaw (responsabilité individuelle), qui encourage la maîtrise chez les élèves (une maîtrise active des connaissances et des tâches), afin de pouvoir partager les informations avec les membres de son groupe. Par conséquent, la méthode Jigsaw pourrait contribuer à réduire le niveau de maîtrise-évitement (éviter de démontrer son incompetence), en revalorisant le sentiment de compétence des élèves et leurs perceptions de leurs capacités dans les cours.

5.4.2. L'estime de soi

Hypothèses de modération

Hypothèse 1 – L'estime de soi « globale » comme modérateur

Nous pensons que les élèves dont les niveaux d'estime de soi sont les plus faibles peuvent bénéficier de l'apprentissage Jigsaw. Puisque la dimension « globale » dépeint une appréciation générale que se fait l'élève de lui-même et de sa vie, il est possible que les élèves dont l'image de soi globale est relativement mauvaise, puissent mieux réussir dans le cadre de l'apprentissage Jigsaw qui encourage l'individu dans ses apprentissages, grâce à la responsabilité individuelle et l'égalité entre les membres d'un groupe.

Hypothèse 2 – L'estime de soi « sociale » comme modérateur

Nous pensons que les élèves dont les niveaux d'estime de soi sociale sont les plus élevés pourront bénéficier de l'apprentissage Jigsaw. Une image de soi positive vis-à-vis de sa capacité à interagir avec autrui, peut en effet bénéficier au travail en groupe (groupes d'experts et groupes jigsaw). Toutefois une hypothèse alternative, est de voir aussi les élèves dont les niveaux d'estime de soi sociale sont les plus faibles bénéficier de l'apprentissage Jigsaw. Nous pensons que l'interdépendance sociale, au moment des groupes jigsaw (mise en commun des connaissances) peut aider ces élèves, qui présentent des difficultés dans les interactions sociales.

Hypothèse 3 – L'estime de soi « entreprise » comme modérateur

Pour cette dimension, nous ne nous attendons pas à observer d'effet principal, ni d'effet d'interaction. Si cette hypothèse peut paraître surprenante (hypothèse nulle), elle est néanmoins logique puisqu'au moment de la première mesure de l'estime de soi (trimestre 1), les élèves de la première cohorte ProFAN entraient en classe de première. De fait, les élèves ne disposaient pas d'expérience de stage en milieu professionnel ou d'expérience en entreprise avant cette année.

Hypothèses de médiation

Nous pensons que l'apprentissage Jigsaw peut avoir une incidence positive sur les perceptions de l'estime de soi, qui en conséquence, auront un effet bénéfique sur la performance scolaire. Nous pensons que l'ensemble des dimensions de l'estime de soi telle que mesurées par notre instrument (globale, sociale, entreprise et scolaire) peuvent augmenter en raison de l'exposition répétée à la méthode Jigsaw. En raison des caractéristiques de Jigsaw, énoncées au chapitre 1, il est possible que les élèves ayant travaillé dans des groupes coopératifs, dont les relations encouragent l'égalité et la compétence individuelle puisse présenter une meilleure image d'eux-mêmes. Cependant, comme discuté au chapitre 3, la relation entre l'estime de soi et la performance scolaire est bidirectionnelle, et il est envisageable que le score à l'évaluation de mathématiques puisse être le médiateur des effets de Jigsaw sur les niveaux d'estime de soi : si Jigsaw améliore la compréhension du cours et l'évaluation des contenus pédagogiques, l'estime de soi (globale et scolaire) des élèves peut par conséquent augmenter. Ce modèle alternatif peut être testé à la condition que la méthode Jigsaw soit un prédicteur de la performance en mathématiques.

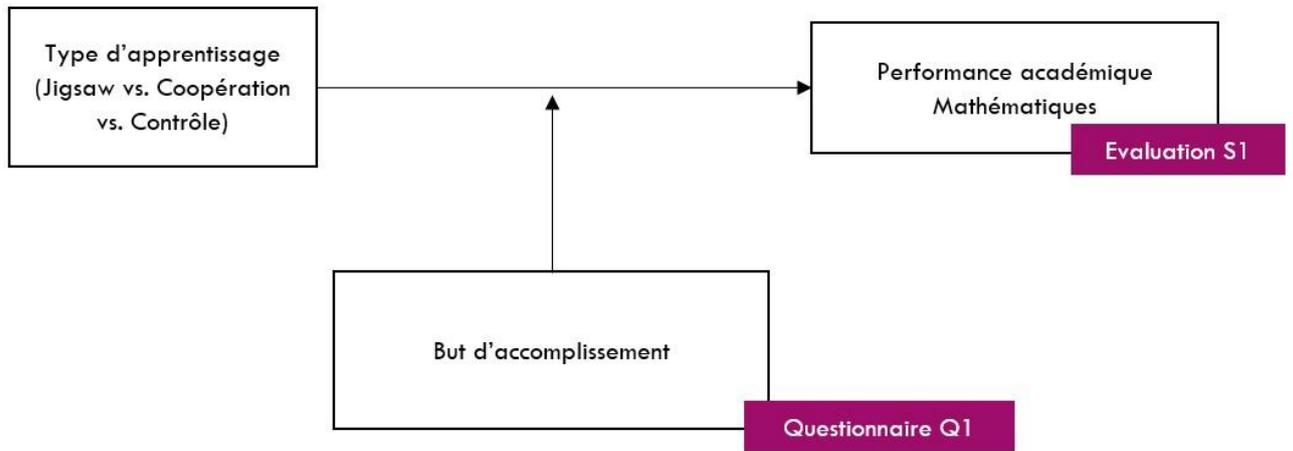
5.5. Stratégie analytique

Des modèles de régressions linéaires multiniveaux (Bates et al., 2015) ont été utilisés pour tester nos hypothèses de modération, afin de contrôler les effets de la classe et de l'enseignant (l'intercept des sujets, la classe et l'enseignant étaient fixés comme facteurs aléatoires). Le résultat à l'évaluation en mathématiques était la variable dépendante (performance). Chacun des quatre buts (ou dimensions de l'estime de soi) était fixé comme prédicteur. Les trois autres buts (ou dimensions de l'estime de soi) étaient toujours fixés comme covariables au sein des modèles, afin de garantir un meilleur ajustement du prédicteur (lié à la variance des autres dimensions de l'échelle). La condition Jigsaw était traitée comme niveau de référence et comparée aux deux autres conditions G2 et G3 (voir Figure 5). De fait, deux termes d'interaction ont été construits : x_1 = l'interaction entre le but et Jigsaw vs. Coopération sans interdépendance ; et x_2 = l'interaction entre le but et Jigsaw vs. Contrôle traditionnel.

Afin de vérifier l'ajustement de notre modèle, un modèle de régression sans interaction était comparé au modèle incluant le terme d'interaction. La comparaison de ces modèles est reportée avec la statistique du χ^2 (test du rapport de vraisemblance). Les contrastes ont été conduits avec le package *emmeans* (Lenth, 2019), en appliquant la méthode d'ajustement de Tukey. Pour toutes les comparaisons, le terme « estimation » se réfère aux différences entre les moyennes marginales estimées. Pour le calcul des coefficients beta (notés B), les prédicteurs ont été standardisés ($M=0$, $ET=1$). Les tailles d'effets sont rapportées en termes de beta standardisés (notés β). L'ensemble des analyses ont été réalisées sur R (version 4.0.5) avec le package *lme4*. Toutes nos hypothèses ont été testées au seuil $\alpha = .05$.

A

Modèle de
modération



B

Modèle de
médiation

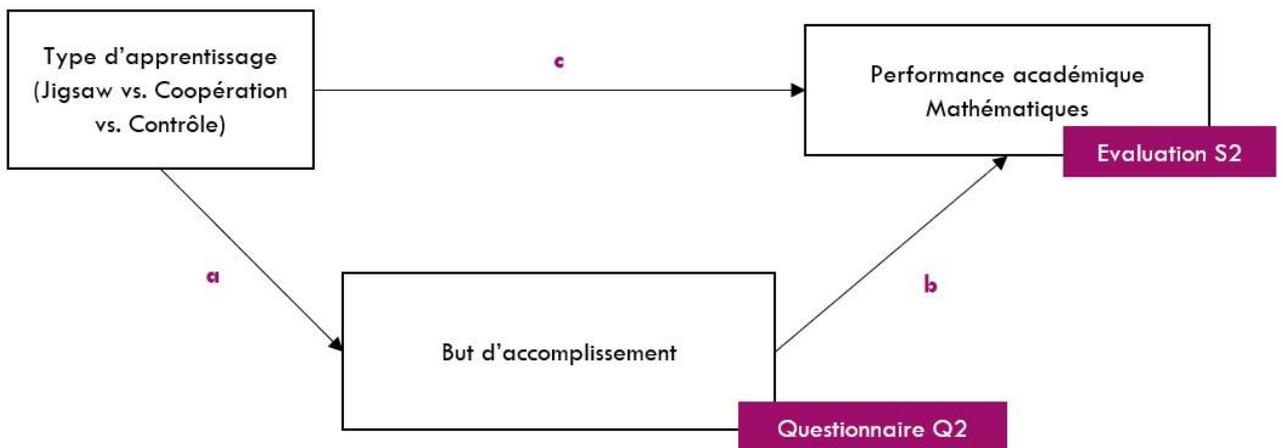
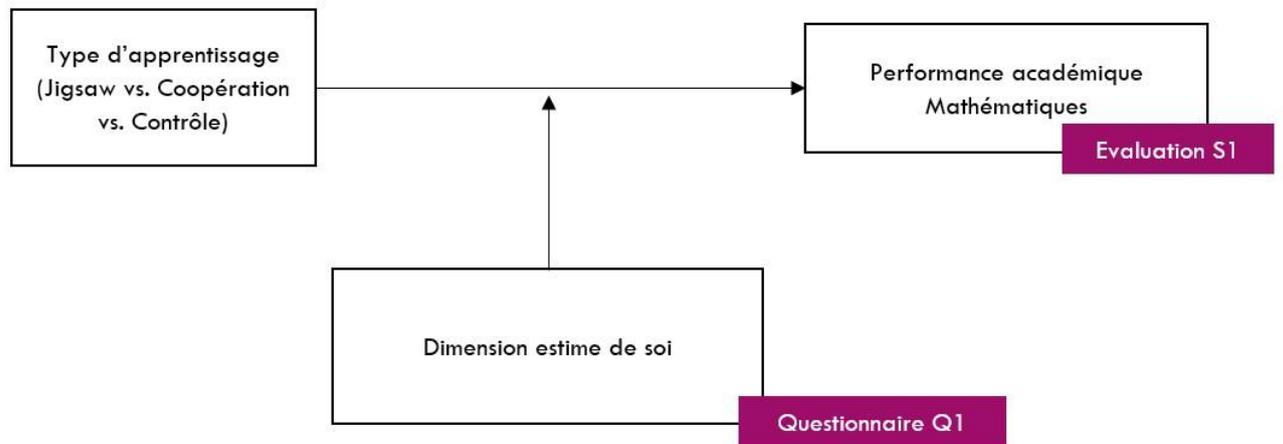


Figure 5. Modèles de modérations et de médiations des effets de Jigsaw sur la performance scolaire par les quatre buts d'accomplissement de soi, examinés dans les sections 5.1.1 et 5.1.2. Pour chaque modèle, l'un des buts d'accomplissement est fixé comme modérateur (ou médiateur) et les trois autres buts sont fixés comme covariables (omises ici).

A

Modèle de
modération



B

Modèle de
médiation

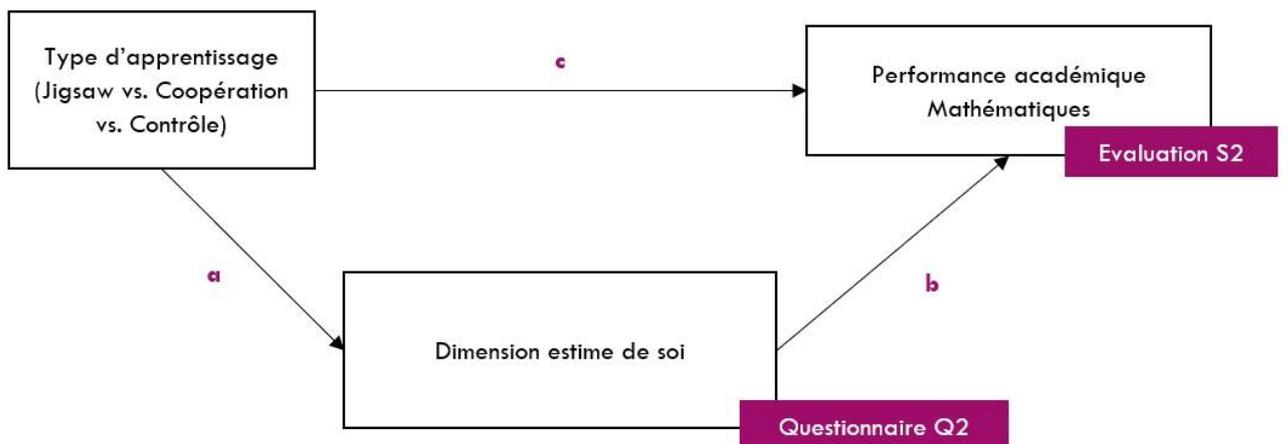


Figure 6. Modèles de médiation des effets de Jigsaw sur la performance scolaire par les quatre dimensions de l'estime de soi, examinés dans les sections 5.2.1 et 5.2.2. Pour chaque modèle, l'une des dimensions de l'estime de soi est fixée comme modérateur (ou médiateur) et les trois autres dimensions sont fixées comme covariables (omises ici).

Les analyses de médiations ont été réalisées en bootstrap (Ren et al., 2008) sous R 4.0.5, avec les packages *PerFit* et *lme4*. La variable-réponse était la performance en mathématiques des élèves au troisième trimestre de l'expérimentation (S2). Le contexte d'apprentissage (G1, G2, G3), était fixé comme prédicteur de la performance en mathématiques. Les scores des quatre buts d'accomplissement de soi (ou dimensions de l'estime de soi) sur le questionnaire Q2, étaient fixés comme médiateurs (voir Figure 6). L'intercept des sujets, la classe et l'enseignant étaient fixés comme facteurs aléatoires. Les paramètres du modèle ont été estimés en bootstrap (1000 répétitions) et les intervalles de confiance ont été calculés à 95% [2.5%, 97.5%] avec une correction *BCa* (Efron, 1987).

5.6. Résultats

5.6.1. Buts d'accomplissement de soi

Analyses préliminaires

Les moyennes et écart-types des buts d'accomplissement mesurés en début d'expérimentation montrent que les élèves sont majoritairement motivés par le but de performance-évitement (voir Figure 7). Nous observons un profil avec une dominante forte sur le but de performance-évitement, un niveau élevé de maîtrise-évitement, et un but de performance-approche faible. Le but de maîtrise-approche est élevé, bien qu'en deçà des normes francophones (Darnon & Butera, 2005 ; Duchesne, Larose & Feng, 2019). Ce pattern, fortement marqué par le BPE, est inhabituel chez les adolescents de cette tranche d'âge et constitue un profil motivationnel inédit vis-à-vis de la littérature sur les buts d'accomplissement de soi.

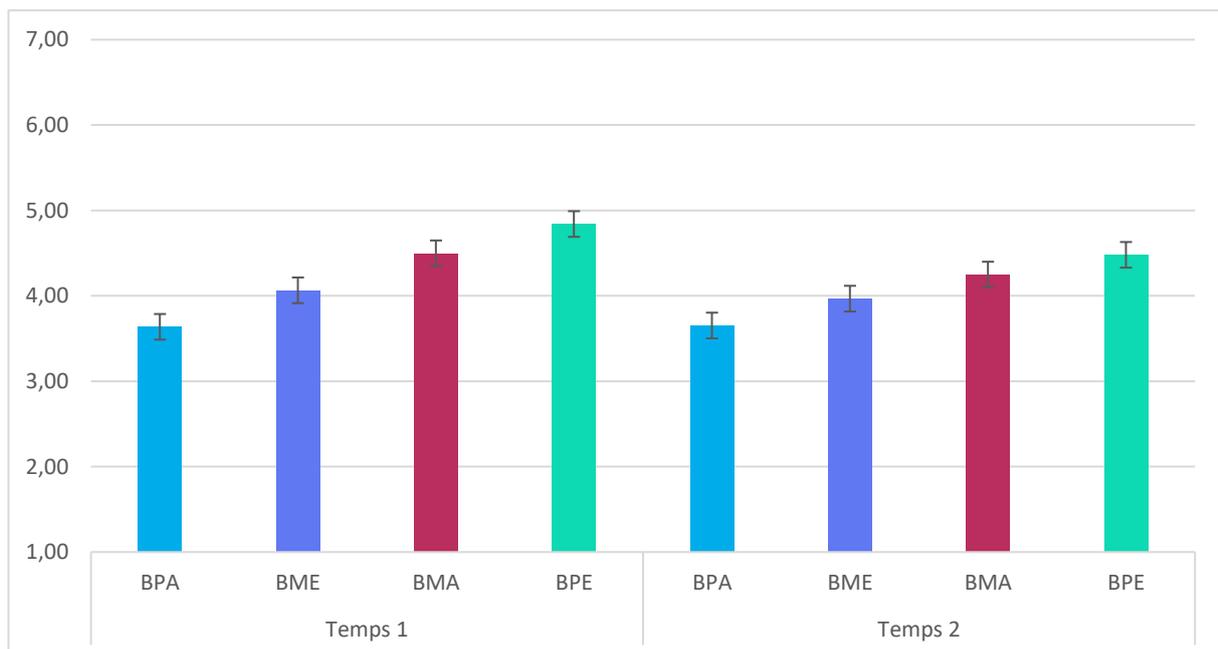


Figure 7. Moyennes caractérisant les profils motivationnels des élèves au Temps 1 et au Temps 2 de l'expérimentation. BPA = But de Performance-Approche, BME = But de Maîtrise-Evitement, BMA = But de Maîtrise-Approche, BPE = But de Performance-Evitement.

Analyses de modération

Aucun effet de la Condition d'apprentissage n'a été observé dans les modèles de modérations suivants.

Modèle 1 - Maitrise-approche. Les résultats révèlent une absence d'effet principal de la maitrise-approche ($B = 0.046$, $SE = 0.054$, $p = 0.365$) sur les performances en mathématiques de notre échantillon. Contrairement à notre hypothèse H1, nous n'observons pas d'effets d'interactions entre les conditions d'apprentissage (x_1 , x_2) et le but de maitrise-approche sur la performance, $\chi^2(2) = 3.304$, $p = .191$.

Modèle 2 - Performance-approche. L'analyse révèle un effet significatif de l'orientation à la performance-approche sur la performance ($B = .102$, $SE = .041$, $p = .013$) indiquant que la performance-approche est un facteur prédicteur de la performance en mathématiques. Plus le niveau de performance-approche est élevé, plus la performance en mathématiques est élevée. Ceci est vrai pour deux conditions, G2 et G3 : nous observons un effet d'interaction significatif entre la performance-approche et la condition ($B = .210$, $SE = .090$, $p = .020$; $\chi^2(2) = 5.460$, $p = .065$), confirmant l'une de nos deux hypothèses de modération (voir Figure 8). En situation d'apprentissage avec Jigsaw, les élèves ayant les plus faibles niveaux de performance-approche obtiennent de meilleurs résultats que les élèves du groupe coopératif sans structuration, à niveau de performance-approche égal (estimation = 0.505, $SE = .230$, $p = .074$). Ces mêmes élèves obtiennent également d'aussi bons résultats en mathématiques que les élèves ayant les niveaux de motivation à la performance-approche les plus élevés. En effet, dans la condition Jigsaw, aucune différence sur la performance n'est observée en fonction du niveau de performance-approche, comme indiqué par le coefficient de régression, $B = .002$, $SE = .065$, $p = .972$.

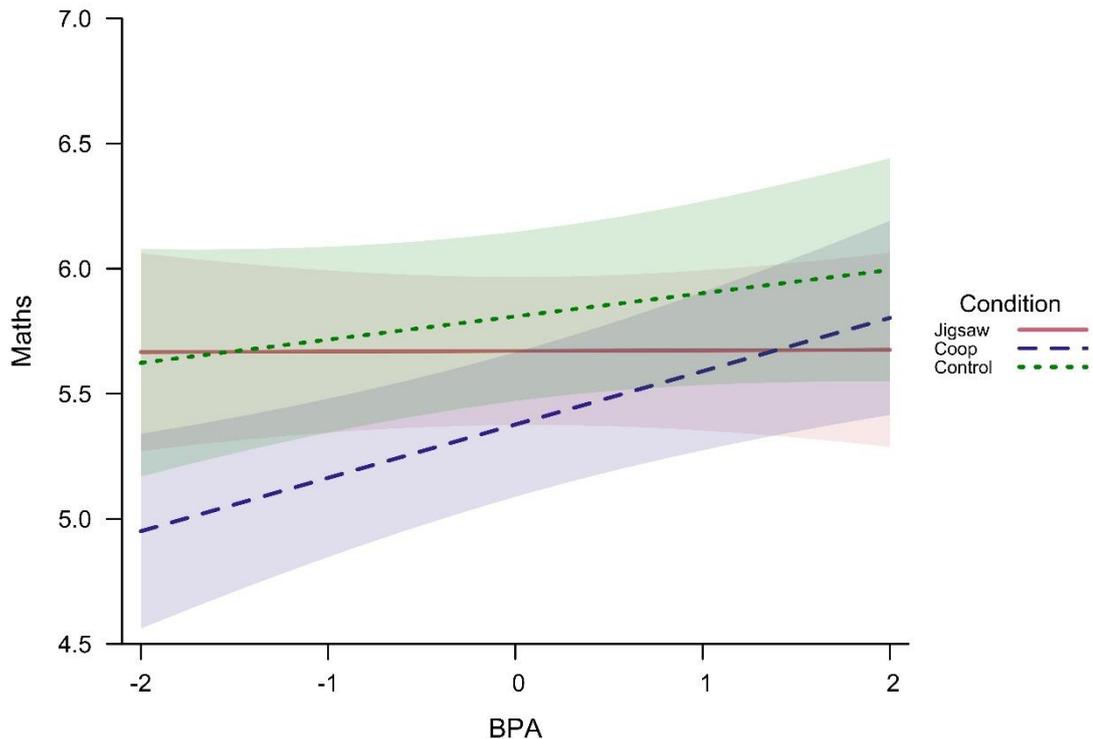


Figure 8. Interaction entre la condition d'apprentissage (Jigsaw vs coopération sans interdépendance) et le niveau du but de performance-approche (BPA) sur la performance en mathématiques (modèle 2). Les intervalles de confiance sont représentés au seuil de 95 %.

Modèle 3 - Performance-évitement. Notre analyse révèle un effet principal significatif de la performance-évitement ($B = 0.189$, $SE = .048$, $p = .000$) sur la performance. Plus le niveau de performance-évitement est élevé, plus la performance en mathématiques est élevée, et ce quelle que soit la Condition d'apprentissage. Contrairement à notre hypothèse H3, nous n'observons pas d'effet d'interaction entre les conditions et le niveau de performance-évitement sur la performance, $\chi^2(2) = 3.334$, $p = .188$.

Modèle 4 - Maîtrise-évitement. Notre analyse révèle un effet significatif de l'orientation à la maîtrise-évitement sur la performance ($B = -0.235$, $SE = .048$, $p = .000$), suggérant une relation négative entre le but de maîtrise-évitement et la performance en mathématiques, et ce indépendamment de la Condition d'apprentissage. Plus le score de maîtrise-évitement est élevé, moins bonne est la performance des élèves en mathématiques (voir Figure 9). Aucun effet d'interaction entre les conditions et la maîtrise-évitement sur la performance n'est observé, $\chi^2(2) = 0.268$, $p = .874$.

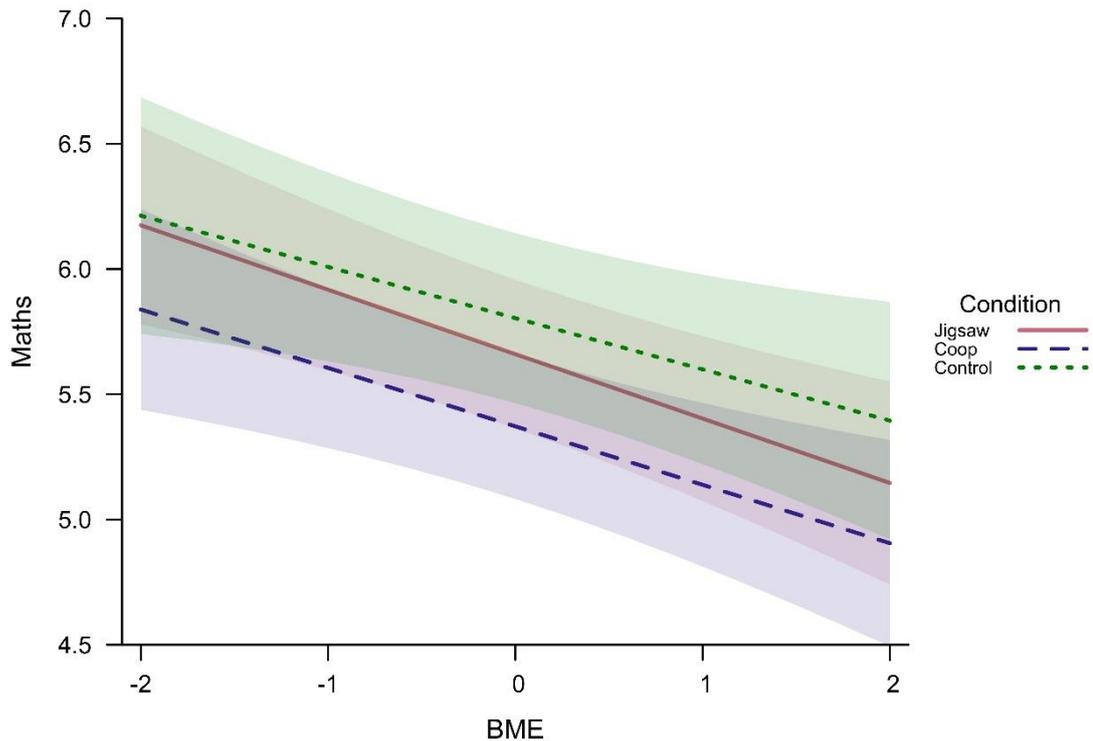


Figure 9. Relation linéaire négative entre le niveau de maîtrise-évitement (BME) et la performance en mathématiques au premier trimestre (modèle 4). Les intervalles de confiance sont représentés au seuil de 95 %.

Analyses de médiation

Contrairement à notre hypothèse, aucun effet de la Condition d'apprentissage n'est observé sur les buts de maîtrise-approche ($\chi^2(2) = 0.872, p = .646$), de performance-approche ($\chi^2(2) = 1.421, p = .491$), de performance-évitement ($\chi^2(2) = 0.202, p = .903$), et de maîtrise-évitement ($\chi^2(2) = 0.256, p = .879$), indiquant qu'il n'existe pas de différences entre les trois conditions en terme de moyennes sur l'échelle des buts d'accomplissement. De plus, aucun effet de la Condition d'apprentissage n'est observé sur le score en mathématiques, $\chi^2(2) = 0.514, p = .773$.

Les résultats indiquent une absence d'effet total ($\beta = -0.004, 95\% \text{ CI } [-0.056, 0.048]$ et $\beta = -0.023, 95\% \text{ CI } [-0.075, 0.023]$), et d'effets indirects de la Condition d'apprentissage sur la performance en mathématiques (Tableau 4). Aucun des quatre buts d'accomplissement ne capture l'effet de la Condition d'apprentissage sur la performance, l'hypothèse d'une médiation des effets de Jigsaw sur la performance scolaire par les buts d'accomplissement de soi est donc rejetée. Les résultats indiquent également que les buts d'accomplissement sont prédicteurs de la performance en mathématiques, à l'exception du but de performance-évitement, $\beta = 0.114$,

95% CI [-0.026, 0.298]. La maîtrise-approche, $\beta = 0.187$, 95% CI [0.034, 0.323], et la performance-approche, $\beta = 0.242$, 95% CI [0.087, 0.395] prédisent positivement la performance, alors que la maîtrise-évitement prédit négativement la performance, $\beta = -0.298$, 95% CI [-0.489, -0.138]. Ces résultats sont congruents avec les résultats obtenus en Temps 1 (analyses de modérations).

Tableau 4. Paramètres et intervalles de confiance du modèle de médiation pour les buts d'accomplissement de soi

Type	Effect	B	SE	95% CI	
				Lower	Upper
But de maitrise-approche					
Indirect	x1->M->y	0.002	0.015	-0.021	0.040
	x2->M->y	0.015	0.015	-0.005	0.069
Prédicteur	x1->M	0.012	0.072	-0.113	0.167
	x2->M	0.083	0.077	-0.044	0.273
	M1 -> y	0.187	0.072	0.053	0.330
But de performance-approche					
Indirect	x1->M->y	-0.016	0.017	-0.064	0.009
	x2->M->y	0.007	0.017	-0.023	0.050
Prédicteur	x1->M	-0.065	0.065	-0.196	0.051
	x2->M	0.029	0.068	-0.094	0.169
	M1 -> y	0.242	0.079	0.084	0.398
But de maitrise-évitement					
Indirect	x1->M->y	0.010	0.022	-0.035	0.054
	x2->M->y	-0.004	0.023	0.056	0.039
Prédicteur	x1->M	-0.032	0.071	-0.163	0.117
	x2->M	0.012	0.077	-0.131	0.169
	M1 -> y	-0.298	0.087	-0.468	-0.127
But de performance-évitement					
Indirect	x1->M->y	0.000	0.01	-0.019	0.023
	x2->M->y	0.005	0.012	-0.006	0.053
Prédicteur	x1->M	-0.001	0.077	-0.137	0.163
	x2->M	0.039	0.081	-0.095	0.207
	M1 -> y	0.118	0.081	-0.026	0.298
Performance en mathématiques					
Direct	x1->y	0.222	0.291	-0.316	0.845
	x2->y	0.233	0.361	-0.502	0.946
Total	x1->y	-0.004	0.027	-0.056	0.048
	x2->y	0.023	0.025	-0.020	0.083

Note. X1= Condition Jigsaw vs. Coopération sans structuration, X2=Condition Jigsaw vs. Contrôle traditionnel, M=But d'accomplissement de soi, y=performance en mathématiques. Les intervalles de confiance ont été estimés par la méthode : bca (bias-corrected and accelerated confidence intervals).

5.6.2. L'estime de soi

Analyses préliminaires

Nos analyses indiquent que les élèves des deux cohortes présentent des scores relativement élevés sur les dimensions mesurées par l'échelle SPPA (voir *Figure 10*). Ce résultat est intéressant puisque les évaluations de soi sont habituellement mesurées par les chercheurs chez des adolescents scolarisés en lycées généraux, et indique que les élèves de lycées professionnels au sein de notre échantillon, se perçoivent de manière positive et favorable.

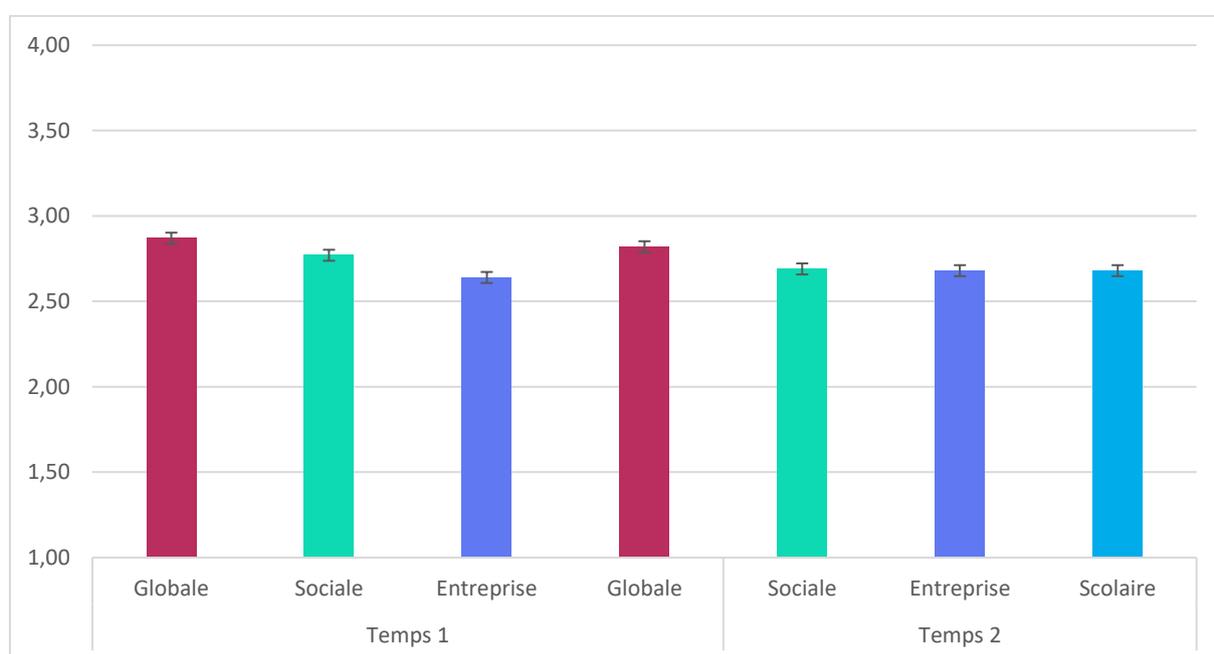


Figure 10. Moyennes caractérisant l'estime de soi perçue des élèves au Temps 1 et au Temps 2 de l'expérimentation.

Analyses de modération

Estime de soi « globale ». Le modèle révèle un effet principal de l'estime de soi globale ($B = 0.082$, $SE = 0.043$, $p = 0.056$), sur les résultats en mathématiques de notre échantillon. Nous observons également un effet d'interaction entre la condition (x1) et l'estime de soi globale ($B = 0.241$, $SE = 0.089$, $p = 0.007$), $\chi^2(2) = 7.952$, $p = .018$, confirmant notre hypothèse de modération (Figure 11). En situation d'apprentissage avec Jigsaw, les élèves qui présentent les plus faibles niveaux d'estime de soi globale, obtiennent de meilleurs résultats que les élèves du groupe coopératif sans structuration, à niveau d'estime de soi égal (estimation = 0.574, $SE = .237$, $p = .042$, $d = 0.31$). Ces mêmes élèves obtiennent également d'aussi bons résultats en mathématiques que les élèves ayant les niveaux d'estime de soi les plus élevés. En effet, dans la condition Jigsaw, aucune différence sur la performance n'est observée en fonction du niveau d'estime de soi globale, comme indiqué par le coefficient de régression, $B = -.014$, $SE = .065$, $p = .819$.

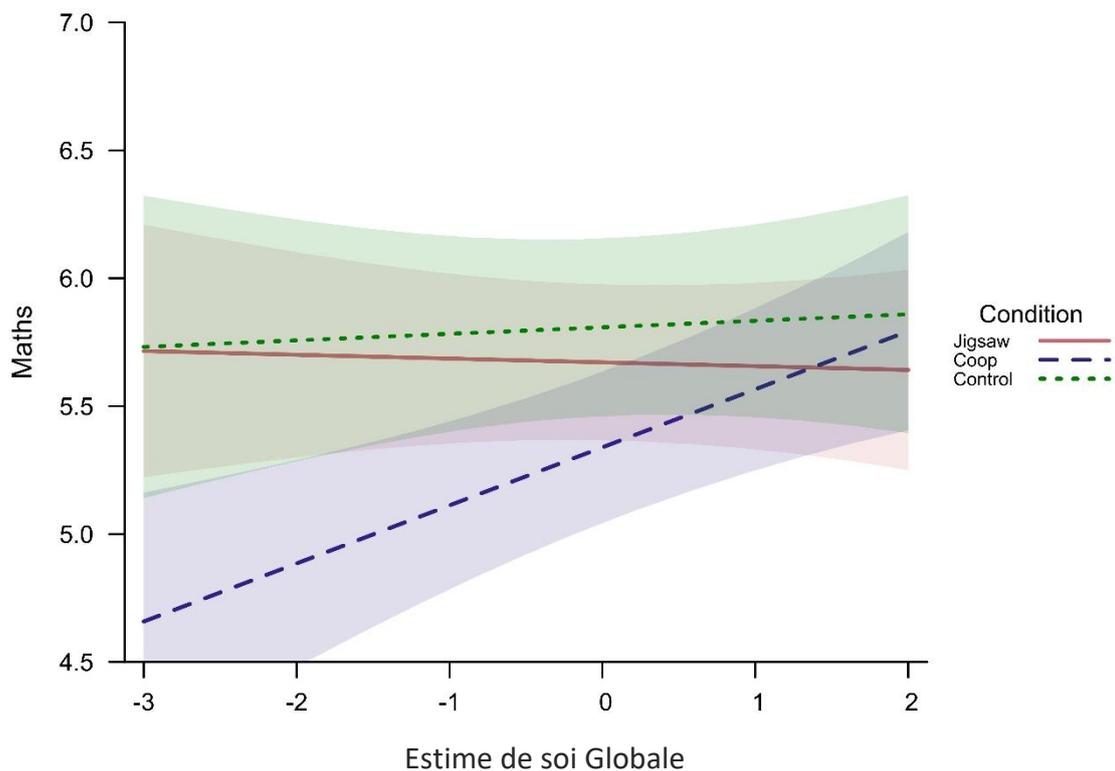


Figure 11. Interaction entre la condition d'apprentissage (Jigsaw vs coopération sans interdépendance) et l'estime de soi globale sur la performance en mathématiques. Les intervalles de confiance sont représentés au seuil de 95 %.

Estime de soi « sociale ». Notre analyse révèle un effet significatif de l'estime de soi sociale sur la performance ($B = -0.205$, $SE = .042$, $p < .001$), suggérant une relation négative entre l'estime de soi sociale et la performance en mathématiques, et ce indépendamment de la Condition d'apprentissage. Plus le niveau d'estime de soi sociale des élèves est élevé, moins bonne est leur performance en mathématiques. De plus, nous observons pas d'effet d'interaction entre la condition (x_1, x_2) et l'estime de soi sociale, $\chi^2(2) = 5.074$, $p = .079$.

Estime de soi « entreprise ». Le modèle indique une absence d'effet de l'estime de soi entreprise sur la performance en mathématiques ($B = 0.109$, $SE = .038$, $p = .004$), ainsi qu'une absence d'effet d'interaction entre les conditions (x_1, x_2) et l'estime de soi entreprise, $\chi^2(2) = 0.823$, $p = .662$.

Analyse de médiation

Contrairement à notre hypothèse, aucun effet de la Condition d'apprentissage n'est observé sur l'estime de soi globale ($\chi^2(2) = 0.649$, $p = .722$), scolaire ($\chi^2(2) = 2.196$, $p = .333$), entreprise ($\chi^2(2) = 0.939$, $p = .625$), et sociale ($\chi^2(2) = 1.109$, $p = .577$), indiquant qu'il n'existe pas de différences entre les trois conditions en terme de moyennes sur l'échelle des buts d'accomplissement. De plus, aucun effet de la Condition d'apprentissage n'est observé sur le score en mathématiques, $\chi^2(2) = 0.082$, $p = .959$.

Les résultats indiquent une absence d'effet total ($\beta = 0.027$, 95% CI [-0.022, 0.086] et $\beta = 0.033$, 95% CI [-0.026, 0.085]), et d'effets indirects de la Condition d'apprentissage sur la performance en mathématiques. Aucune des dimensions de l'estime de soi ne capture l'effet de la Condition d'apprentissage sur la performance (voir Tableau 5). L'hypothèse d'une médiation des effets de Jigsaw sur la performance scolaire par l'estime de soi est donc rejetée.

Plusieurs dimensions de l'estime de soi prédisent la performance en mathématiques, à l'exception de l'estime de soi globale, $\beta = -0.025$, 95% CI [-0.155, 0.091]. L'estime de soi entreprise, $\beta = 0.155$, 95% CI [0.037, 0.275], et l'estime de soi scolaire, $\beta = 0.510$, 95% CI [0.397, 0.662], prédisent positivement la performance, alors que l'estime de soi sociale, $\beta = -0.167$, 95% CI [-0.320, -0.057], prédit négativement la performance.

Tableau 5. Paramètres et intervalles de confiance du modèle de médiation pour l'estime de soi.

Type	Effect	B	SE	95% CI	
				Lower	Upper
Estime de soi globale					
Indirect	x1->M->y	0.000	0.004	-0.015	0.006
	x2->M->y	-0.002	0.908	0.027	0.006
Prédicteur	x1->M	0.012	0.066	-0.118	0.138
	x2->M	0.069	0.068	-0.065	0.197
	M1 -> y	-0.025	0.063	-0.153	0.101
Estime de soi scolaire					
Indirect	x1->M->y	0.033	0.025	-0.006	0.092
	x2->M->y	0.044	0.029	-0.009	0.108
Prédicteur	x1->M	0.065	0.049	-0.023	0.167
	x2->M	0.087	0.055	-0.032	0.191
	M1 -> y	0.510	0.073	0.375	0.664
Estime de soi sociale					
Indirect	x1->M->y	0.002	0.011	-0.027	0.020
	x2->M->y	-0.012	0.012	-0.049	0.004
Prédicteur	x1->M	-0.010	0.064	-0.124	0.134
	x2->M	0.074	0.063	-0.042	0.215
	M1 -> y	-0.167	0.068	-0.295	-0.038
Estime de soi entreprise					
Indirect	x1->M->y	-0.007	0.010	-0.046	0.005
	x2->M->y	0.003	0.010	-0.013	0.029
Prédicteur	x1->M	-0.048	0.057	-0.174	0.056
	x2->M	0.022	0.062	-0.100	0.148
	M1 -> y	0.155	0.060	0.043	0.286
Performance en mathématiques					
Direct	x1->y	0.073	0.290	-0.435	0.735
	x2->y	0.067	0.337	-0.547	0.821
Total	x1->y	0.027	0.027	-0.018	0.085
	x2->y	0.033	0.028	-0.016	0.095

5.7. Discussion intermédiaire

L'objectif de ce chapitre était d'examiner si deux facteurs psycho-sociaux, les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi, habituellement impliqués dans les apprentissages scolaires et prédictors de la réussite scolaire, étaient des modérateurs ou des médiateurs potentiels des effets de Jigsaw sur la performance scolaire.

Nos résultats indiquent deux effets de modulation. L'orientation à la performance-approche - soit la motivation à être le meilleur en classe et à être supérieur aux autres, et l'estime de soi « globale », qui reflète une l'image de soi générale, jouent le rôle de modérateurs des effets de Jigsaw sur la performance scolaire. Par conséquent ces deux facteurs ne sont pas des médiateurs des effets de Jigsaw.

Les élèves ayant initialement les plus faibles niveaux d'orientation à la performance-approche, ont mieux réussi l'évaluation de mathématiques quand l'enseignement a été réalisé avec Jigsaw tout au long du trimestre, en comparaison à la coopération sans interdépendance (G2). Tout se passe comme si, en dépit d'un moteur motivationnel faible (performance-approche) pour assurer des réussites sur le plan académique, ces élèves avaient tiré un avantage de l'apprentissage en coopération structurée. De plus, il convient de noter que les résultats des élèves les plus orientés par la performance-approche n'étaient pas affectés par l'intervention Jigsaw, suggérant que la méthode n'a pas d'effet délétère sur la réussite des plus motivés par la compétition. Ces résultats sont corroborés par un second effet de modulation, obtenu sur la mesure de l'estime de soi globale. Les élèves ayant l'estime de soi la plus basse, ont bénéficié de l'apprentissage avec Jigsaw, qui leur a permis d'obtenir d'aussi bons résultats en mathématiques que les élèves dont l'estime de soi était la plus forte.

Ce résultat confirme le potentiel de la méthode Jigsaw à établir une certaine équité au sein de la classe. Cela signifie que la pédagogie Jigsaw peut être bénéfique sur les apprentissages des élèves qui présentent des difficultés scolaires, à défaut de présenter un effet direct sur les performances du plus grand nombre. Ce résultat conforte par ailleurs les résultats de travaux précédents (voir Chapitres 1 et 3) ayant démontré que Jigsaw pouvait améliorer la performance scolaire de certains élèves uniquement : les élèves de faible niveau scolaire (Deiglmayr & Schalk, 2015 ; Huang et al., 2014) et les élèves issus de minorités ethniques aux États-Unis (Lucker et al., 1976). Ces résultats illustrent la nécessité de structurer les informations et le contenu pédagogique lors des travaux de groupe, pour que élèves présentant

des difficultés dans les apprentissages tirent profit de cette organisation, sans que cela ne vienne impacter la réussite des bons élèves.

Ces résultats présentent toutefois quelques limitations. Contrairement aux résultats attendus (hypothèse 2), aucune différence entre la condition Jigsaw et le groupe contrôle traditionnel n'a été observée, suggérant que ces deux modes d'organisation pédagogique (G1 et G3) présentent des effets similaires sur la performance en mathématiques, à niveau de motivation (performance-approche) équivalent. De plus, ces deux effets de modérations n'ont pas été répliqués sur les données du second trimestre de l'expérimentation. Il est possible que ces effets soient fortement sensibles à une implémentation stricte de la méthode Jigsaw afin d'être observés. Des modifications dans l'implémentation de Jigsaw dans les classes (voir section 4.2.1, Chapitre 4), ont pu conduire à une moindre efficacité de la méthode, ayant pour conséquence l'annulation de cet effet « réhausseur » pour les étudiants les plus en difficultés.

Un troisième résultat, inédit, concerne le but de maîtrise-évitement. Bien qu'aucun effet de modulation n'ait été obtenu entre ce but et la condition d'apprentissage (modèle 4), un effet principal de la maîtrise-évitement est observé sur la performance. La relation (négative) entre ce but et la performance présente plusieurs intérêts sur le plan théorique et des implications concrètes pour le terrain. Tout d'abord, parce que la littérature sur les buts d'accomplissement occulte fréquemment l'examen de cette forme de motivation (e.g., Poortvliet & Darnon, 2010 ; Lee et al., 2020 ; Linnenbrink-Garcia et al., 2018 ; Scherrer et al., 2020) au profit du modèle trichotomique (Elliot & Harackiewicz, 1996), qui distingue deux buts de performance (performance-approche et performance-évitement) et un but de maîtrise seulement. Ensuite, comme le suggèrent nos résultats (Figure 9), les élèves qui déclarent des niveaux élevés de maîtrise-évitement sont ceux qui obtiennent les moins bons résultats en mathématiques. Ceci va dans le sens d'une teneur motivationnelle aversive du but de maîtrise-évitement : la peur d'échouer conduit à une moindre réussite dans le cours. Nous reviendrons sur ce résultat dans la discussion générale en proposant deux pistes d'étude de la maîtrise-évitement.

Enfin, alors que le but de maîtrise-approche ne semble pas être mobilisé par les élèves ProFAN pour l'apprentissage des mathématiques (modèle 1), le but de performance-évitement entretient une relation positive avec la performance. Étonnamment, et contrairement à l'hypothèse H4, la méthode d'apprentissage n'a pas affecté les performances des élèves ayant des niveaux élevés de performance-évitement. En revanche, tout se passe comme si, cette orientation à l'évitement de l'échec était le moteur motivationnel des élèves de notre échantillon : les plus motivés à éviter l'échec, l'évitent, et réussissent l'évaluation.

Contrairement à nos hypothèses de médiations, les résultats de notre première analyse montrent que les buts d'accomplissement ne médiatisent pas les effets de Jigsaw sur la performance scolaire. L'exposition au travail coopératif Jigsaw (pendant 6 mois environ), n'a pas d'incidence sur les niveaux des buts d'accomplissement, suggérant que le contexte d'interdépendance sociale n'est pas parvenu à moduler ni qualitativement (orientation motivationnelle préférée) ni quantitativement (poids prédictif) les buts d'accomplissement. Alors que de précédents travaux ont montré les effets bénéfiques de Jigsaw sur la motivation (e.g., Hanze & Berger, 2007 ; Berger & Hanze, 2009) nos résultats ne permettent pas de confirmer cette tendance. Les buts d'accomplissement de soi diffèrent fondamentalement de la motivation intrinsèque d'un individu puisqu'ils intègrent une dimension sociale, normative ou absolue. Il est possible, comme suggéré par Pintrich et al. (2003), que les buts d'accomplissement constituent plus un ensemble de facteurs situationnels (contextuel) que dispositionnels. Les buts sont en effet susceptibles de s'actualiser en fonction du contexte dans lequel un élève évolue, et peuvent par ailleurs être amorcés expérimentalement suggérant des orientations transitoires et malléables (pour une méta-analyse, voir Van Yperen et al., 2015). De fait, des mesures des buts d'accomplissement administrées à distance d'une tâche ou des enseignements, peuvent moins bien refléter la réelle orientation des élèves envers la maîtrise ou la performance de la tâche.

L'ensemble de ces résultats révèle un profil motivationnel atypique. En raison de l'exposition prolongée à la coopération, et plus spécifiquement au cadre structuré posé par la méthode Jigsaw, nous pensons qu'il serait possible de voir évoluer ces profils au cours du temps. Comme le montrent les résultats de notre analyse de médiation (réalisée sur les données du troisième trimestre de l'expérimentation ProFAN), les buts de performance-approche et de maîtrise-approche sont prédicteurs de la performance en mathématiques, suggérant une évolution de l'orientation des élèves sur les buts d'accomplissement entre la première vague de mesures et la seconde. Ce résultat justifie d'autant plus la conduite d'analyses longitudinales sur les buts d'accomplissement, afin de vérifier si l'exposition à Jigsaw à moyen et long terme Jigsaw opère un changement dans la hiérarchie des buts au cours du temps. Ce point sera traité au chapitre 7.

Résumé du chapitre

- Deux analyses conduites sur les données des élèves ayant participé à l'expérimentation ProFAN (cohorte 1) ont permis d'examiner les relations entretenues entre Jigsaw et deux facteurs psychosociaux impliqués dans les apprentissages scolaires : les buts d'accomplissement et l'estime de soi.
- L'apprentissage avec Jigsaw est modéré par l'orientation à la performance-approche, un but d'accomplissement qui reflète la motivation à être le meilleur en classe.
- La méthode Jigsaw semble favorable aux étudiants les moins motivés par l'approche de la performance, en termes de résultat scolaire.
- Ce résultat est corroboré par un effet de modération par l'estime de soi globale, qui montre que les élèves présentant les plus faibles niveaux d'estime de soi bénéficient de l'apprentissage Jigsaw pour réussir le cours de mathématiques.
- Les buts d'accomplissement et l'estime de soi ne se comportent pas comme des facteurs médiateurs de Jigsaw après six mois d'exposition à la méthode Jigsaw en classe.

CHAPITRE 6 – ETUDE ANCILLAIRE AU DISPOSITIF PROFAN : ROLE DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL LORS DE L'APPRENTISSAGE COOPERATIF JIGSAW

Vives, E., Bressan, M., Poletti, C., Caroti, D., Butera, F., Huguet, P., le consortium ProFAN & Régner, I. (Soumis). Inside the cooperative learning black box: Uncovering the relationship between working memory and performance in Jigsaw classroom. *Learning and Instructions*.

Résumé

Nous avons vu dans le chapitre précédent, comment un ensemble de facteurs psychosociaux, les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi, interagissaient avec l'apprentissage Jigsaw, contribuant à éclaircir pour quels élèves cette méthode de travail présente un intérêt. Dans le présent chapitre, nous présentons une étude ancillaire réalisée en parallèle de l'expérimentation et de la collecte de données ProFAN. L'objectif de cette étude expérimentale était d'examiner les relations entretenues entre Jigsaw et un mécanisme cognitif fréquemment mobilisé dans les apprentissages scolaires : la mémoire de travail. De nouveau, deux hypothèses principales ont été mises à l'épreuve : premièrement, lors du travail coopératif Jigsaw, des ressources en mémoire de travail peuvent être libérées chez les élèves en raison de la division du travail entre les membres d'un groupe, et ce, au profit d'un meilleur apprentissage et de meilleures performances individuelles à la tâche (hypothèse de médiation par la mémoire de travail). Deuxièmement, les capacités cognitives des élèves peuvent constituer des différences inter-individuelles pouvant interagir avec le contexte de travail structuré de Jigsaw (hypothèse de modération par la mémoire de travail), qui peut faciliter l'apprentissage de certains élèves.

Cette étude, qui s'est déroulée sur deux sessions, a été réalisée auprès d'étudiants de l'Université (N=342) inscrits en première année (sections scientifiques). La méthode Jigsaw originale (vs. Coopération sans interdépendance) a été implémentée pendant un cours de deux heures dédié à l'introduction de l'esprit critique, portant sur les sophismes et les biais argumentatifs. Afin de tester nos hypothèses, la mémoire de travail des élèves a été mesurée en classe, grâce à une tâche d'empan complexe, avant (*baseline*) puis immédiatement après

l'exposition à au travail de groupe (*posttest*). Les connaissances étaient évaluées en fin de séance via un quiz individuel.

Bien que Jigsaw ne présente pas d'effet direct sur les performances à la tâche de raisonnement critique, un effet d'interaction entre les capacités en mémoire de travail et le contexte d'apprentissage a été observé sur la performance individuelle, en faveur des élèves disposant des plus faibles capacités en mémoire de travail. Apprendre avec Jigsaw a permis à ces élèves de réussir la tâche de raisonnement aussi bien que les élèves ayant des capacités en mémoire de travail plus élevées, mais également, mieux que les élèves du groupe contrôle - à capacités en mémoire de travail équivalente. Également, cette recherche clarifie le rôle des deux groupes de travail (expert et jigsaw) qui structurent la méthode Jigsaw, et montre comment le groupe d'experts contribue (fortement) à un meilleur apprentissage du matériel pédagogique. Ces deux résultats attestent que notre étude apporte une réelle contribution empirique à la « boîte noire » de l'apprentissage Jigsaw, ainsi que des pistes de travail prometteuses pour les enseignants, désireux d'appliquer la méthode Jigsaw dans leurs classes.

**Inside the cooperative learning black box : Uncovering the relationship between
working memory and performance in the Jigsaw classroom**

Eva Vives¹, Marco Bressan¹, Céline Poletti², Denis Caroti³, Fabrizio Butera², Pascal Huguet⁴,
consortium ProFAN, & Isabelle Régner¹

¹Aix-Marseille Univ, CNRS, LPC, Marseille, France

²Institut de Psychologie, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse

³ Aix Marseille Univ, CNRS, Centre Gilles-Gaston Granger, Aix-en-Provence, France

⁴ Université Clermont Auvergne, CNRS, LAPSCO, F-63000 Clermont-Ferrand, France

Corresponding authors: Eva Vives, eva.vives@univ-amu.fr, and Isabelle Régner,
isabelle.regner@univ-amu.fr, Laboratoire de Psychologie Cognitive, Aix-Marseille
Université, Site St Charles, case D, 3 Place Victor Hugo, 13331 Marseille cedex 3, France

Inside the cooperative learning black box : Uncovering the relationship between working memory and performance in the Jigsaw classroom

Abstract

The Jigsaw classroom, based on resource interdependence, is one of the most popular cooperative teaching strategies. However, this method still raises a debate on its efficacy, in particular due to the lack of knowledge on its cognitive underlying mechanisms. We tested whether working memory capacity, a key executive function for academic achievement, mediated or moderated the effects of Jigsaw classroom on performance. In this naturalistic field study ($N=342$), undergraduates worked in small groups (Jigsaw vs. non-interdependent cooperation) on a critical reasoning task before taking a logical fallacies test. Working memory was assessed twice, before and during the class. The results supported the moderation hypothesis: Jigsaw classroom enhanced performance compared to control, for lower working memory students, suggesting a levelling-up effect. These findings offer insight into the cognitive mechanisms of the Jigsaw classroom and provide new recommendations for educators on how to redeem the deficit of lower-working-memory-capacity students in performance.

Keywords : Jigsaw classroom, working memory capacity, cooperative learning, resource interdependence.

Inside the cooperative learning black box : Uncovering the relationship between working memory and performance in the Jigsaw classroom

1. Introduction

Research on cooperative learning developed significantly in the early 1980s (Gillies, 2016), providing evidence for beneficial effects on academic achievement (e.g., Ginsburg-Block, et al., 2006; Kyndt et al., 2013; Springer, Stanne, & Donovan, 1999). Among the various methods that emerged to put into practice at school the idea that working into small groups might be working better (for a review, see Slavin, 2012), the Jigsaw classroom designed by Aronson et al. (1978) is one of the most popular (Roseth et al., 2019). This teaching method was developed in the context of the desegregation of the US school, with the aim to reduce racial conflict and social inequalities among students. Easy to implement, the Jigsaw classroom is a highly structured peer-learning method that promotes positive interdependence and individual accountability among students, in a non-competitive learning context. According to Aronson and Patnoe (2011), the Jigsaw classroom was found to enhance students' self-esteem, empathy, and motivation, and to increase academic performance of underprivileged students. However, findings about the effects on academic performance are not as clear as one might expect, and little is known about how and in which circumstances Jigsaw classroom may affect learners performances (Hänze & Berger; 2007; Roseth et al., 2019). To better understand the cognitive underlying mechanisms of Jigsaw effects, the present study proposes the first investigation of the relation between Jigsaw classroom, working memory, and academic achievement.

1.1. The Jigsaw Classroom method and main findings

Jigsaw classroom is made of individual and collective phases. First, each student is assigned to small jigsaw groups, receives a single piece of information about the lesson, and

reads it individually. Second, understanding and mastering of this knowledge are promoted by putting together students sharing the same piece of information (i.e., expert groups). Third, all students go back to their original jigsaw group to teach one another so that all the pieces of the puzzle can be gathered to make every student learn the whole content of the lesson. Positive resource interdependence and expert groups constitute the cornerstones of the Jigsaw classroom to create a structured and interdependent work. Resource distribution encourages students to take an active part in learning, to be responsible for the learning of others, and to be interdependent. The peer-learning phase within expert groups is expected to help low achievers master their assigned content while stimulating high achievers, and to strengthen each students' responsibility for their group members learning.

Several studies have reported positive Jigsaw effects on academic achievement (e.g., Lazarowitz et al., 1994), self-evaluations (e.g., Darnon et al., 2012), interest and motivation (Berger & Hänze, 2009). Further findings supported the importance of the expert phase in the positive impact of Jigsaw classroom on academic performance (Berger & Hänze, 2015; Souvignier & Kronenberger, 2007). However, as outlined by Roseth et al. (2019), a significant number of studies yielded null or even negative jigsaw effects on performance. Apart from methodological issues, such mixed findings could reflect the role of moderating variables that have been overlooked. To our knowledge, only one study found that students' prior achievement moderated the Jigsaw effect on performance: Whereas Jigsaw benefited to low and medium achievers, it had no effect on high achievers (Huang et al., 2014). Furthermore, only group performance (Nebel et al., 2017) and perceived competence (Berger & Hänze, 2009) have been found to mediate the relationship between the Jigsaw classroom and individual academic achievement. Further research is thus needed to better understand the underlying mechanisms of Jigsaw effects. In this paper, we examine how (mediational

factors) and for whom (moderation) the Jigsaw classroom can benefit to academic achievement.

1.2. Inside the black box of Jigsaw classroom: the role of working memory

The role of cognitive functions has been understudied in research on group learning (e.g., Johnson et al., 1983), leading some researchers to talk about a “black box” when it comes to understanding the effects of collaboration on achievement (Janssen et al., 2010). This lack of interest in cognitive functions is especially surprising in the case of Jigsaw research. Indeed, the material division and peer-learning phase within expert groups can be expected to reduce the cognitive load generated by the task, and thus facilitate individual learning. A cognitive overload can occur when the processing demands elicited by a learning task, exceed the processing capacity of one’s cognitive system (Mayer & Moreno, 2003). Kirschner et al. (2009, 2011) suggested that positive resource interdependence can help in dividing the cognitive load of a learning task across multiple collaborating individual working memories, creating a larger reservoir of cognitive capacity likely to compensate for the limitations of individuals executive resources. In one of their experiments, Kirschner et al. (2009) asked participants to indicate how much effort they had invested in problem-solving tasks. They found that, relative to the individual learning condition, those in group learning reported a higher performance and lower perceived mental cognitive load. Although informative, this research has not directly tested for individuals’ working memory abilities, a key element in exploring the black box of cooperative learning.

Working memory (WM) refers to the capacity to store, actively manipulate and retrieve information in memory while simultaneously minimizing interferent information in a limited amount of time (Unsworth & Engle, 2007). It is indeed a good candidate to better understand how and for whom performance improves during group learning. WM is critical for learning new concepts and solving complex cognitive tasks thanks to its controlled-

attention component (Cowan, 2014), making it an important predictor of academic achievement (Swanson & Alloway, 2011). Additionally, when examining variables likely to impact academic achievement, previous research showed that WM can play both a mediating and moderating role. For example, WM can be disrupted by negative emotions and intrusive thoughts due to negative stereotypes (Schmader et al., 2008), high-pressure situations (Beilock & Carr, 2005), evaluative audience (Belletier et al., 2015, 2019), or performance-approach goals (Crouzevialle et al., 2015), which may result in impaired performance. Other findings have shown that individual differences in WMC can moderate the effects of such negative contextual cues on performances. Whereas students with lower WMC underperformed due to threatening situational and social pressure, those with higher WMC resisted this extra fear of failure (Chan & Rosenthal, 2014; Régner et al., 2010).

1.3. Present study

We hypothesized that WM could either mediate or moderate the effects of Jigsaw on performance. On the one hand, WM may act as a mediator. Learning new concepts can be highly resource demanding for all students, whatever their individual WMC. In this case, the Jigsaw classroom might alleviate the cognitive load placed on each group member during the collective learning phase and leave greater individual WM resources available to master the main content, resulting in higher performance. On the other hand, working memory could act as a moderator. Without making more executive resources available for the learning, the structure of Jigsaw classroom, based on positive interdependence, might help compensate for a low WMC. Each student has indeed a well-defined role for the collective learning, must closely listen to others, can find help from the expert group to structure his/her own knowledge, and can benefit from repeated exposure to the pedagogical content in both written and oral formats. Jigsaw classroom could thus facilitate the learning of students with lower WMC. These two complementary and non-exclusive hypotheses were tested in a naturalistic

field study among undergraduates, during an introductory course about critical thinking and logical fallacies that was especially relevant for our purposes. Critical thinking is a newly taught subject at university, making undergraduates susceptible to cognitive load when trying to understand and differentiate between various types of fallacies. The Jigsaw classroom was compared with the standard cooperative learning method typically used at the university, which is most often non-structured and not necessarily interdependent, as all students receive the whole pedagogical content and are asked to work in group with no further instructions.

2. Method

2.1. Participants

First-year undergraduate Science students ($N = 342$; 12 classes from 20 to 33 students) attending to a new “Methodology” general college course on learning strategies and group learning agreed to participate in the present study. The study took place during one session of the course devoted to learning about critical thinking and logical fallacies in small groups. The classes were randomly assigned to either the Jigsaw condition or the cooperative control condition ($N = 164$ and $N = 178$, respectively). Each class was divided into small groups of 4-5 students, resulting in 80 groups of students (38 Jigsaw groups, 42 control groups). Due to an exclusion criterion on the WM task, 64 participants were removed from the analyses, leading to a final sample of 278 participants (171 female students, $M_{age} = 19.28$, $SD = .957$). As we used a convenience sample, classes were recruited based on their availability and *a priori* sample-size calculation was not performed. A post-hoc sensitivity analysis simulation yet suggested that the smallest difference between group slopes this sample could detect was an effect size ($|\Delta \text{slope}|$) of 0.33 (two-tailed $\alpha = .05$, power = .817), and revealed an empirical power of 0.645, 95% CI = [0.636, 0.655].

2.2. Procedure

Testing both the mediating and moderating role of WM required two measurement times. The first (baseline) measurement occurred one to three weeks before the experimental session, ensuring us to test for our moderation hypothesis and equality of WMC across conditions. This session lasted from 20 to 30 minutes. Each student received standardized instruction to create an anonymous ID number (to be used again in the experimental session), and was given a tablet to run the WM task. The second measurement occurred during the experimental session to test for mediation hypothesis. During this session, students worked in small groups (either using the Jigsaw classroom method or the standard cooperative method) to understand and differentiate between categories of logical fallacies, took the WM test, created new examples of fallacies with their group, completed a questionnaire about perceived cognitive load, and finally took an individual quiz. Table S1 available online presents descriptive statistics for both conditions (Annexe 9).

The experimental session was set during a 2-hour class by the usual teachers who followed standardized instructions, either for Jigsaw or the control condition (for the detailed instructions, see section S1 in the Supplemental Material available online). Teachers were assisted by two experimenters who were in charge of the material distribution (tablets, questionnaire, quiz), the instructions for the WM task, and the observation of compliance with experimental conditions. The tablets were used only for the WM test, the questionnaire and the individual quiz. Small groups were formed using the alphabetical order of the attendance list in order to avoid grouping by friendship and exclusion of a student. In both conditions, all students were informed that the aim of the group work was to understand the difference between eight types of logical fallacies to propose new examples of fallacies, and that they will be evaluated individually with a quiz at the end of the session.

At the end of the group activities, participants of the two conditions were asked to run individually the WM task on the tablets ($M = 8.58$ minutes, $SD = 2.32$). Then, every group of students in both conditions had 20 minutes to produce new examples of fallacies. This collective production task was used as an incentive to make students cooperate within their group, to achieve a common goal. Information about the scoring and results of this collective task can be found in section 2 of the Supplemental Material. Finally, students completed a questionnaire individually to assess their perceived cognitive load during the collective production and a quiz on their tablets, assessing their understanding of the eight fallacies. During group activities in both conditions, teachers answered students' questions, and gave them little feedback.

2.3. Independent variable : learning conditions

In the Jigsaw condition, the eight categories of logical fallacies were split in four handouts (named Descartes, Hypatie, Schopenhauer, Socrate), each of them comprising definitions and examples of two logical fallacies. First, jigsaw groups were formed and each member received one handout with the instruction to read it individually for 5 minutes (for groups with 5 members, two Socrate handouts were distributed). Second, students met in the expert groups for 15/20 minutes. They were invited to share information, ask questions, and exchange ideas about new examples of the logical fallacies they were in charge of. Then, they went back to jigsaw groups, to teach their group members about their handout, and to learn from them, the other categories of fallacies. This phase lasted 30 minutes. In the end, every student should have the whole knowledge about the eight logical fallacies, from the four handouts.

In the standard cooperative (control) condition, the eight categories of logical fallacies were all available on a unique handout. Small groups were formed (on the same basis as for Jigsaw condition), and each member received the same handout composed of the eight logical

fallacies. As this material was quite long, 20 minutes were allocated to read the content individually before starting the collective discussions. Then, students were asked to work freely with their group members for 40 minutes on the eight fallacies in order to share information, ask questions, and exchange ideas about new examples of logical fallacies.

2.4. Working memory complex-span task

We used the Automated Symmetry Span task (ASSPAN) developed by Unsworth et al. (2009), to measure individual working memory capacity. The ASSPAN is a complex visuospatial span task that is well-suited for the present research conducted in the classroom setting, as it does not require to record for participant's oral responses, and presents small to null gender differences (Redick et al., 2012). Moreover, visuospatial span tasks usually correlate positively with academic achievement (for a meta-analyse, see Peng et al., 2016). Prior to the test, participants took three practice sessions (the storage task, the processing task, and both interleaved tasks). Then they were serially presented series of red squares within a 4x4 matrix, and had to remember their spatial locations (the storage task). Set sizes could vary from 2 to 5 items to recall at the end of one trial, in a 4x4 blank matrix. Each square presentation was preceded by the symmetry judgement task (the processing task), where participants decided whether a black and white pattern presented in an 8x8 matrix was symmetrical on its vertical axis. Both these tasks were sequentially presented on the screen. Participants gave answers for both recall and judgement tasks by clicking on the tablet screen. Overall, 12 trials were presented. In the storage task, participants were asked to recall both the exact location and the serial order of the red squares. In the processing task, participants were invited to keep their symmetry rate equal to or better than 85%. The WM task was uploaded on Inquisit 5 Web application (Millisecond Software, 2018), on IPAD 5 tablets (Apple) powered with an iOS 11 system.

In line with previous research (Conway, 2005), we applied an exclusion criterion on WM data and discarded participants who failed below the 80% threshold on the processing component (i.e., the symmetry task). This ensured the participants have not simply focused their attentional resources on the storage of the stimuli (i.e., the red squares). According to this criterion, 11.40% ($N = 39$) and 12.57% ($N = 43$) of the participants were below the threshold for the baseline and the posttest, respectively, and were discarded from the sample. The absolute span score was used as the outcome. It refers to the sum of trials in which all the red squares were recalled in the correct order of presentation, and can vary from 0 to 42 points. An alternative scoring method, the *partial span*, was also computed (Draheim et al., 2018; Redick et al., 2012) and led to similar results (see Table S1 and Figure S1 in the Supplemental Material).

2.5. Perception of the cognitive load

Perception of the cognitive load was assessed by the NASA-RTLX scale (“Nasa-Task Load Index”, see Nasa-RTLX; Byers et al., 1989). This measure also contributed to provide a term of comparison with Kirschner et al. (2009)’s cognitive load measurement. Participants were asked to rate their subjective load following the collective production task. They indicated on six subscales to what extent they found the collective task as effortful, frustrating, mentally demanding, physically demanding, and temporally demanding, and how successful they were in performing the task. Answers were recorded on 21-point scales from 1 (very low) to 21 (very high). As recommended by Byers et al. (1989), analyses were conducted separately on each subscale.

2.6. Dependent variable : Critical Thinking performance

Critical thinking performance was measured by a 10 multiple-choice quiz adapted from the “Ennis-Weir critical thinking essay test” (Ennis & Weir, 1985) assessing for individual understanding of the eight logical fallacies. Each answer was coded 1 when

correct, 0 otherwise. The total score was computed multiplying correct answers by 2 and ranged from 0 to 20. For one class, output for questions 1 and 5 was not recorded due to a technical issue, thus their total score was multiplied by 10/8 for rescaling (see Tables S2-S3 in the Supplemental Material, for sample descriptive statistics and correlations with WM measures).

2.7. Analytic Strategy

To test whether WM played a mediating and/or a moderating role in Jigsaw effects on individual critical thinking performance, we conducted two linear mixed-effects models (LMM; Bates et al., 2015) with groups set as random intercept, as individual observations were nested into small groups ($ICC = .196$, 95 % CI = [.067, .316]). Learning Condition (Jigsaw vs. control) was set as the independent variable, and performance on the Critical Thinking quiz was the outcome in both models. Experimental WM score was planned to be the mediator, and prior (baseline) WM score as the moderator.

Another model was performed to disentangle between Jigsaw effects of expertise and novice's phases on subtopic performances according to WM individual abilities. A generalized linear mixed-effects model with binomial error structures (GLMM) was performed with response accuracy as the dependent variable, namely the probability to get correct answers on the ten items of the individual quiz. The fixed-effect predictors were WM score, Subtopic (4 levels: Descartes, Hypatie, Schopenhauer, Socrate), and their interactions with Learning condition. Subjects, groups, and items were set as random intercepts. The full model was compared with a null model, including random predictors only and WMC baseline as covariate. Post hoc comparisons were made between the three learning conditions (experts vs. novices vs. control).

Statistical analyses were run in R 4.0.1 (R core team 2020). Models' parameters were bootstrapped using 10000 repetitions, and confidence intervals were computed using the

adjusted bootstrap percentile method at 95% [2.5%, 97.5%]. The models were fitted using the function *glmer* of the package *lme4* (Bates et al., 2015). Reported β are standardized coefficients (centered mean, one standard deviation unit). We performed post hoc analyses, with Bonferroni's adjustment method, using the *emmeans* package. For all the comparisons, "estimate" stands for the difference between estimated marginal means. For statistical inferences we accepted an $\alpha = .05$.

3. Results

3.1. Working memory as a mediator of the Jigsaw classroom effects

We assumed that Jigsaw classroom would alleviate individual WM resources, which in turn would result in a better performance. This hypothesis would be supported by a positive indirect path of Learning Condition on the critical thinking performance through WM score measured during class (experimental session). The mediational model was tested while controlling for WM baseline. Results showed that Learning Condition was not a significant predictor of students' performance (see Table 1). More importantly, our model did not show the expected indirect effect of Jigsaw classroom through WM. Only a significant effect of WM was observed on critical thinking performance. Mediation hypothesis was thus rejected due to the absence of indirect (estimate = -0.004, 95% CI [-0.025, 0.00]) and total effect (estimate = 0.082, 95% CI [-0.040, 0.191]) of Learning Condition on performance.

3.2. Working memory as a moderator of the Jigsaw classroom effects

To ensure equality between Jigsaw and control group students before conducting our moderation test, a LMM analysis was performed with Subjects set as random effect, Learning Condition (Jigsaw vs. Control) and Session (baseline and experimental WMC sessions) as predictors, and WMC as the outcome. No difference on the WM scores was observed between groups, neither on the baseline session, (estimate = 0.059, 95% CI [-.173, .290], $p = .618$) nor on the experimental session (estimate = 0.110, 95% CI [-.122, .341], $p = .351$), suggesting

that both learning conditions comprised students with similar WMC. Results also revealed a significant Session effect (estimate = - 0.431, 95% CI [-0.556, -0.307], $p < .001$), indicating that students improved their WMC score from session 1 to session 2. As outlined by Scharfen et al. (2018), this retest effect is probably due to test anxiety and/or the lack of familiarity with the complex WM span task, and can be addressed by using the second (instead of baseline) WMC measurement. For this reason, and in the absence of any effect of Learning Condition on the experimental WM measurement, we used the experimental (instead of baseline) WM scores as the moderator and the baseline scores as covariate to perform our multilevel moderation analysis. This analysis revealed a significant Learning Condition by WM interaction effect (see Figure 1) on the critical thinking performance, $\chi^2(1) = 5.716$, $p = .017$. Post-hoc analyses indicated (see Table 2) that lower WMC participants achieved a higher performance on the critical thinking task in the Jigsaw condition than in the control condition, estimate = 0.448, 95% CI = [0.090, 0.806], $p = .016$, whereas students with higher WMC performed similarly in both conditions, estimate = -0.099, 95% CI = [-0.455, 0.257], $p = .587$.

3.3. Expert and novices phases of the Jigsaw method

Finally, the GLMM analysis was conducted to disentangle between Jigsaw effects of expertise and novice's phases on subtopic performances according to WMC. The comparison between the full and the null model, indicated that the combined predictors, Subtopic, Working Memory, and their interaction with Learning Context had a significant effect on items accuracy, $\chi^2(14) = 59.63$, $p < .001$. Pairwise contrasts revealed that the expert students had greater mean accuracy scores than novices (estimate = 0.699, 95% CI = [0.339, 1.061], $p < .001$) and control students (estimate = 0.774, 95% CI = [0.249, 1.298], $p = .001$). Consistent with the main analyses, higher WMC was associated with higher accuracy scores only among control students, $\beta = 0.348$, 95% CI = [0.123, 0.574], $p = .003$ (Figure 2). Moreover, no

difference was observed between control and novices students regarding high WMC, estimate = -0.307, 95% CI = [-0.892, 0.279], $p = .629$.

3.4. Perceived cognitive load

LMMs revealed significant differences between Jigsaw and Control conditions on two of the six dimensions of the Nasa-RTLX scores: “temporal demand” and “performance”. Compared with students in the control condition, Jigsaw students reported higher temporal demand (estimate = 0.414, SE=0.149, 95% CI = [0.203, 0.662], $p = .007$), and lower perceived performance (estimate = -0.315, SE = 0.134, 95% CI = [-0.532,-0.108]) , $p = .021$).

4. Discussion

The present study investigated working memory capacity as a cognitive mechanism underlying the effects of Jigsaw classroom on students’ critical thinking achievement. Our findings showed that WMC acted as a moderator (not a mediator), and thereby provided useful information to disentangle previous inconsistent results (Bratt, 2008) in specifying for whom Jigsaw classroom is likely to benefit. The Jigsaw method showed advantage for low WMC students, without impacting high WMC students’ performances. Thanks to Jigsaw, not only did the low WMC students perform better than their low WMC counterparts in the unstructured cooperative learning condition, but they also performed as well as the high WMC students. Whereas studies generally focus on the limitations of students with low WMC, our findings illustrate that a specific cooperative learning setting like the Jigsaw classroom can redeem the deficit of low WMC students in performance.

The interdependence-based structure of the Jigsaw classroom might have influenced the retention of the information in a greater extent for students faced with poorer WM resources. Moreover, the social context of Jigsaw learning (peer-teaching) required an active manipulation of the information, and the three learning phases (individual, expert, Jigsaw) induced repeated exposure to the pedagogical content. Such multiple repetitions may enhance

retrieval of information among students who usually face difficulties in encoding relevant information. Additionally, the division of the information among individuals might have played a beneficial role for the low WMC students only. According to the intrinsic cognitive load theory (Sweller, 1994), our learning task was demanding as it involved a sequential complex reading part, and mostly because interactions between the core contents of the course were also required. Although the nature and the quantity of distributed information was strictly equivalent in both conditions, the access to information differed as more time was allocated for the control group to read the full pedagogical materials (i.e., eight fallacies). This might have been an issue for students whom WMC was not deployed enough to perform the test, as indicated by their poor performances. Instead, for the Jigsaw students who relied on their peers to learn, the information processing was facilitated, despite lower WMC.

Follow-up analyses inspected whether experts' performances differed from those of novice and control conditions. Results showed that expert phase improved drastically students performances on their own section of the material, providing further evidence that this singular part of the method drives the Jigsaw effects on performance (Berger & Hänze, 2015; Souvignier & Kronenberger, 2007). This expert phase might facilitate a double coding of the information (episodic and semantic), leading to a better retention of the information for the students with special educational needs. Analogously to the Paivio dual-coding theory (1991), this double coding of the information, might facilitate knowledge construction by the cognitive system.

4.1. Limitations

There are some limitations of this study that need to be considered. Contrary to our mediation hypothesis, the Jigsaw classroom did not help to reduce the cognitive load associated with learning. As suggested by Janssen et al. (2010), a decrease in task cognitive load could have been counterbalanced by an increase in cognitive efforts devoted to

interindividual communication and coordination. Such transaction costs can indeed ruin cooperation advantages by imposing an extraneous cognitive load on individuals. Our results are consistent with this suggestion as they show that students in the Jigsaw condition perceived higher temporal demands during learning, even though time-period allocated to activities was exactly the same in both conditions (i.e., 2 hours). This increased extraneous load due to the high and unfamiliar structuration of Jigsaw classroom is also supported by students' reports of lower expectations of success relative to those in the control condition (see Table S3 in the Supplemental Material). Another explanation could be that the reduction of the cognitive load was not observable through our visuospatial WM task. A verbal WM task could have been a better instrument to measure relationships with achievement in an academic setting (Friso-van den Bos & van de Weijer-Bergsma, 2020). However, it was not possible to test for oral responses neither to assess multiple tasks to reflect the WM construct, for practical reasons due to ecological constraints.

Concerning the moderation effect of WMC, one could argue that Jigsaw classroom was only beneficial to low WMC students because they had greater room for improvement relative to high achievers. This explanation is hardly compatible with our results since mean performances of students with higher WMC did not exceed 13 on a scale ranging from 0 to 20, which left enough room for improvement for these students too (see Figure S2 for the raw scores on the critical thinking quiz). Instead, research shows that benefits from educational interventions on academic achievement can be difficult to obtain among low achievers (Hawkins et al., 1988), and that instructional methods can have differential effects for low and high achievers (Kalyuga, 2007; Reinhold et al, 2020). For example, whereas high instructional guidance (which is a feature of Jigsaw classroom) has proved necessary for low achievers, it can be counterproductive for higher achievers who rather need less constraints to take advantage of their own learning strategies and knowledge base (Blayney et al., 2010). In

this respect, our findings fill a gap on the necessary circumstances for the Jigsaw classroom to be efficient by demonstrating struggling students can be identified and helped when provided with adapted support.

Additionally, it might be that the present WMC scores acted more as a proxy for students' academic level than their true cognitive resources. This issue is usually addressed by using prior student's grades or self-reported grades as covariate. This was not possible here as the critical thinking course was unprecedented. Although our data do not endorse the causal role of WMC in the Jigsaw effects on achievement, further research is needed to untangle the cognitive processes underlying cooperative learning, especially on long-term memory issues. It is also reasonable to consider social predictors (e.g., self-esteem or self-efficacy) for capturing the variance of the Jigsaw effects on academic change. Another limitation of this study, is that the ASSPAN task was supported on tablets and might have suffered from external and non-controlled effects due to the classroom setting. Future studies could use multiple WM measures to account for student's cognitive skills (Draheim et al., 2018).

4.2. Implications and future directions

The present insight into the black box of Jigsaw effects showed how human cognitive architecture can interact with group learning environment (P.Kirschner et al., 2018), and suggests a promising way to teach low achievers. Jigsaw classroom presented an advantage for students with WM weaknesses who usually present high risk of educational underachievement at school (e.g., Dunning et al., 2013). Further research could investigate whether this interdependent cooperative learning, and specifically the expert phase, may also benefit to special learners, children or students faced with additional learning needs or disabilities (e.g., diagnosed with ADHD or dyslexia). Jigsaw classroom might be an alternative to the cognitive training most often offered to these populations to counteract with their difficulties (for a critical review see Melby-Lervåg et al., 2016), especially in a context

of remote working. Instead of inflating WM abilities on the short-term and expecting far transfer on academic outcomes, we can reasonably expect some improvement by introducing structuration and interdependence in the learning classroom context, either in real life situation or in the virtual classroom.

4.3. Conclusions

As one of the first experimental examination of working memory capacity and Jigsaw classroom effects among undergraduate students, our study demonstrated how inter-individual differences in cognitive capacities can modulate Jigsaw benefits on academic achievement. Our findings suggest that low working memory students achieved better at critical thinking learning, after one session of Jigsaw real-life classroom setting. Additionally, our findings demonstrated how peer-tutoring feature during the expert phase of Jigsaw classroom was a key component of this beneficial effect, supporting and refining previous experimental findings. At the theoretical level, our results are important for cognitive, social, and educational psychology, as they provide insights into the black box of the Jigsaw cooperative learning. They are also relevant for teachers and educators as they inform for whom and why learning with the Jigsaw method can improve academic achievement.

References

- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J. & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw classroom*. Sage Publishing Company.
- Aronson, E., & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method* (3rd ed.). London, UK: Pinter & Martin.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*(1), 1-48.
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: Working memory and "choking under pressure" in math. *Psychological Science*, *16*(2), 101-105.
<https://doi.org/10.1111%2Fj.0956-7976.2005.00789.x>
- Belletier, C., Davranche, K., Tellier, I., Dumas, F., Hasbroucq, T., Vidal, F., & Huguet, P. (2015). Choking under monitoring pressure: Being watched by the experimenter reduces executive attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, *22*, 1410-1416.
<https://doi.org/10.3758/s13423-015-0804-9>
- Belletier, C., Normand, A., Camos, V., Barrouillet, P., & Huguet, P. (2019). Choking under experimenter's presence: Impact on proactive control and practical consequences for psychological science. *Cognition*, *189*, 60-64.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.03.018>
- Berger, R., & Hänze, M. (2009). Comparison of two small-group learning methods in 12th-grade physics classes focusing on intrinsic motivation and academic performance. *International Journal of Science Education*, *31*(11), 1511–1527.
<https://doi.org/10.1080/09500690802116289>

- Berger, R., & Hänze, M. (2015). Impact of expert teaching quality on novice academic performance in the Jigsaw cooperative learning method. *International Journal of Science Education*, 37(2), 294–320. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.985757>
- Blayney, P., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2010). Interactions between the isolated–interactive elements effect and levels of learner expertise: Experimental evidence from an accountancy class. *Instructional Science*, 38(3), 277–287. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9105-x>
- Bratt, C. (2008). The Jigsaw classroom under test: no effect on intergroup relations evident. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 18(5), 403–419. <https://doi.org/10.1002/casp.946>
- Byers, J. C., Bittner, A. C., & Hill, S. G. (1989). Traditional and raw task load index (TLX) correlations: Are paired comparisons necessary? In A. Mital (Ed.), *Advances in Industrial Ergonomics & Safety* (pp. 481–485). Taylor & Francis.
- Chan, N. & Rosenthal, H. (2014). Working memory moderates stereotype threat effects for adolescents in Hong Kong. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 3(3-4), 103-118.
- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769–786. <https://doi.org/10.3758/BF03196772>
- Cowan N. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Crouzevialle, M., Smeding, A., Butera, F. (2015) Striving for Excellence Sometimes Hinders High Achievers: Performance-Approach Goals Deplete Arithmetical Performance in

- Students with High Working Memory Capacity. *PLoS ONE* 10(9): e0137629.
doi:10.1371/journal.pone.0137629
- Darnon, C., Buchs, C., & Desbar, D. (2012). The jigsaw technique and self-efficacy of vocational training students: A practice report. *European Journal of Psychology of Education*, 27(3), 439–449. <https://doi.org/10.1007/s10212-011-0091-4>
- Draheim, C., Harrison, T. L., Embretson, S. E., & Engle, R. W. (2018). What item response theory can tell us about the complex span tasks. *Psychological Assessment*, 30(1), 116–129. <http://dx.doi.org/10.1037/pas0000444>
- Dunning, D. L., Holmes, J., & Gathercole, S. E. (2013). Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial. *Developmental Science*, 16(6), 915–925.
<https://doi.org/10.1111/desc.12068>
- Ennis, R. H., & Weir, E. E. (1985). *The Ennis-Weir critical thinking essay test: An instrument for teaching and testing*. Midwest Publications.
- Friso-van den Bos, I., & van de Weijer-Bergsma, E. (2020). Classroom versus individual working memory assessment: predicting academic achievement and the role of attention and response inhibition. *Memory*, 28(1), 70–82.
<https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1682170>
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3). <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3>
- Ginsburg-Block, M. D., Rohrbeck, C. A., & Fantuzzo, J. W. (2006). A meta-analytic review of social, self-concept, and behavioral outcomes of peer-assisted learning. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 732–749. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.4.732>
- Hänze, M., & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student

- characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17(1), 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.11.004>
- Hawkins, J. D., Doueck, H. J., & Lishner, D. M. (1988). Changing Teaching Practices in Mainstream Classrooms to Improve Bonding and Behavior of Low Achievers. *American Educational Research Journal*, 25(1), 31–50. <https://doi.org/10.3102/00028312025001031>
- Huang, Y.-M., Liao, Y.-W., Huang, S.-H., & Chen, H.-C. (2014). A jigsaw-based cooperative learning approach to improve learning outcomes for mobile situated learning. *Educational Technology & Society*, 17(1), 128–140.
- Janssen, J., Kirschner, F., Erkens, G., Kirschner, P. A., & Paas, F. (2010). Making the black box of collaborative learning transparent: Combining process-oriented and cognitive load approaches. *Educational Psychology Review*, 22, 139-154 <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9131-x>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Maruyama, G. (1983). Interdependence and interpersonal attraction among heterogeneous and homogeneous individuals: A theoretical formulation and a meta-analysis of the research. *Review of Educational Research*, 53(1), 5-54.
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509–539. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9054-3>
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). Individual and group-based learning from complex cognitive tasks: Effects on retention and transfer efficiency. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.008>

- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: The collective working-memory effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 615–624. <https://doi.org/10.1002/acp.1730>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., & Zambrano, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9277-y>
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*, 10, 133–149. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.02.002>
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, J. H. (1994). Learning science in a cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1121–1131. <https://doi.org/10.1002/tea.3660311006>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer”: Evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Nebel, S., Schneider, S., Beege, M., Kolda, F., Mackiewicz, V., & Rey, G. D. (2017). You cannot do this alone! Increasing task interdependence in cooperative educational

- videogames to encourage collaboration. *Educational Technology Research and Development*, 65(4), 993–1014. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9511-8>
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 45(3), 255.
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/edu0000079>
- Redick, T. S., Broadway, J. M., Meier, M. E., Kuriakose, P. S., Unsworth, N., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2012). Measuring working memory capacity with automated complex span tasks. *European Journal of Psychological Assessment*, 28(3), 164–171. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000123>
- Régner, I., Smeding, A., Gimmig, D., Thinus-Blanc, C., Monteil, J-M., & Huguet, P. (2010). Individual Differences in Working Memory Moderate Stereotype-Threat Effects. *Psychological Science*, 21(11), 1646-1648. <https://doi.org/10.1177/0956797610386619>
- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., & Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students? *Learning and Instruction*, 65, 101264. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101264>
- Roseth, C. J., Lee, Y. K., & Saltarelli, W. A. (2019). Reconsidering Jigsaw social psychology: Longitudinal effects on social interdependence, sociocognitive conflict regulation, motivation, and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 111(1), 149–169. <https://doi.org/10.1037/edu0000257>

- Scharfen, J., Jansen, K., & Holling, H. (2018). Retest effects in working memory capacity tests: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(6), 2175-2199.
<https://doi.org/10.3758/s13423-018-1461-6>
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, 115(2), 336–356.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>
- Slavin, R. E. (2012). *Classroom applications of cooperative learning*. In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, A. G. Bus, S. Major, & H. L. Swanson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA educational psychology handbook, Vol. 3. Application to learning and teaching* (p. 359–378). American Psychological Association.
<https://doi.org/10.1037/13275-014>
- Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 755–771.
<https://doi.org/10.1348/000709906X173297>
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69, 21–52. <http://dx.doi.org/10.2307/1170643>
- Swanson, H. L., & Alloway, T. P. (2011). Working memory, learning, and academic achievement. In *APA educational psychology handbook, Vol 1: Theories, constructs, and critical issues*. (pp. 327–366). American Psychological Association.
<https://doi.org/10.1037/13273-012>
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295–312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)

- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory: An examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin*, *133*(6), 1038–1066. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.6.1038>
- Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M., & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, *17*(6), 635–654. <https://doi.org/10.1080/09658210902998047>

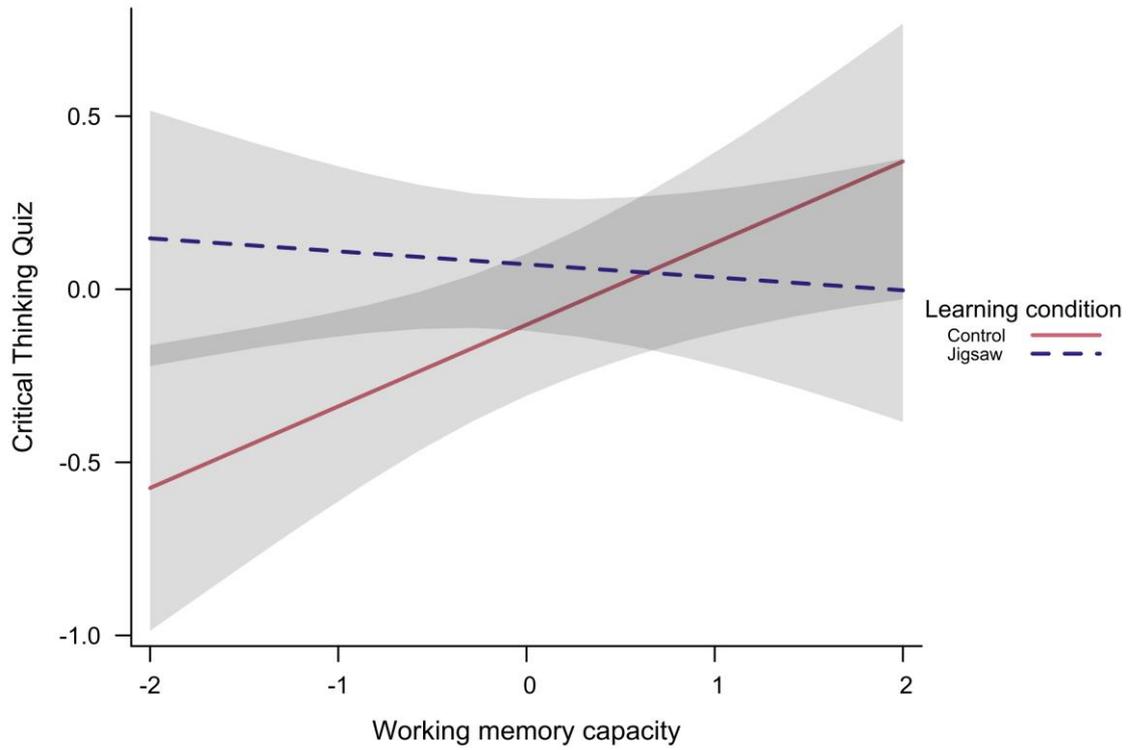


Fig. 1. Interaction effect between Learning Condition and Working Memory capacity on individual quiz performance. All values are standardized (z-scores), error bands indicate 95% confidence intervals.

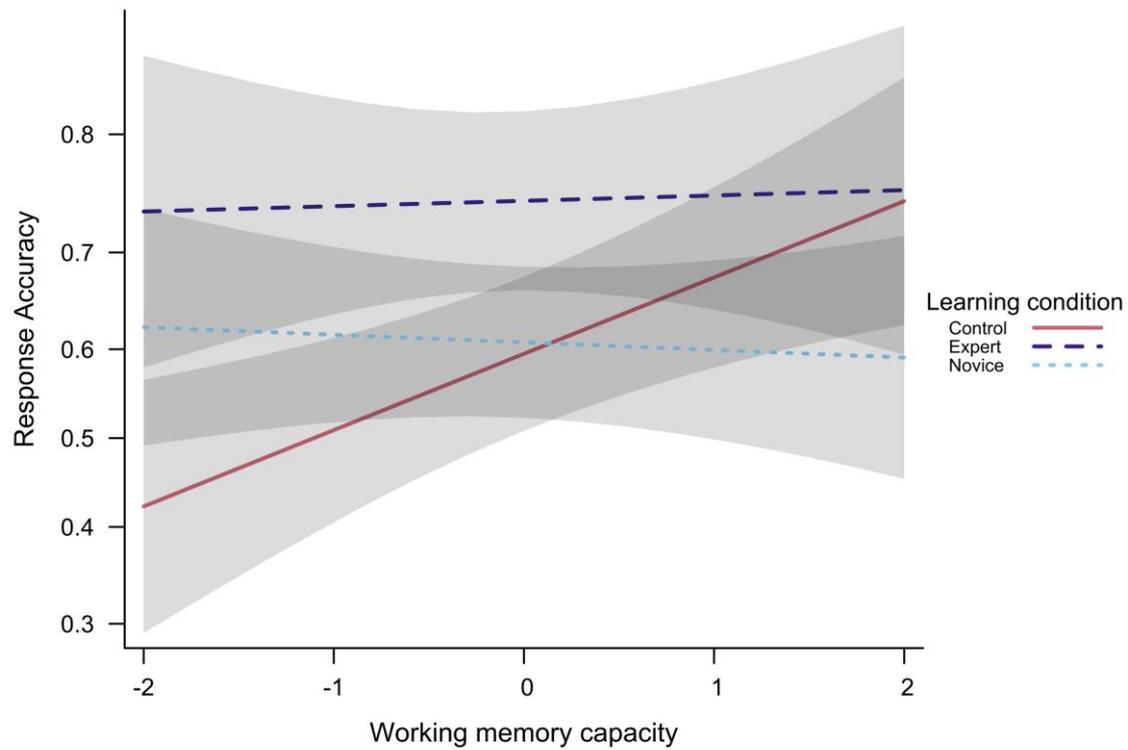


Fig. 2. Interaction effect between Learning context (Control vs. Experts vs. Novices) and Working Memory capacity on individual quiz performance. All values are standardized (z-scores), error bands indicate 95% confidence intervals.

Table 1. Results from the mediation model predicting critical thinking quiz.

		Estimated	CI
	Effects	Individual performance	[2.5%,97,5%]
direct effects			
β_a	LC -> WMC	-0.044	[-0.155, 0.063]
β_c	LC -> quiz	0.086	[-0.035, 0.196]
β_b	WMC -> quiz	0.086 *	[0.012, 0.229]
	WMC _{Baseline} -> quiz	0.044	[-0.074, 0.169]
indirect effect			
mediation	LC -> WMC -> quiz	-0.004	[-0.025, .00]
total effect			
	$\beta_c + \beta_{ab}$	0.082	[-0.040, 0.191]

Note. CI= confidence interval. For effect in bold, 95% CI excludes zero. LC: Learning

Context. WMC: Working Memory Capacity. * $p < .05$. ** $p < .01$

Table 2. Results from the moderation model predicting critical thinking quiz.

	Estimated	CI
Effects	Individual performance	[2.5%,97,5%]
<hr/>		
Fixed effects		
β_{WMC}	.235 **	[0.095, 0.460]
β_{LC}	.174	[-0.059, 0.396]
$\beta_{Interaction}$	-.273 *	[-0.523, -0.05]
$\beta_{Baseline}$	0.043	[-0.084, 0.173]
<hr/>		
Random effects		
Within-groups variance	.157	[.036, .309]
Between-groups variance	.806	[.650, .967]

Note. CI= confidence interval. For effects in bold, 95% CIs exclude zero. LC: Learning context. WMC: Working Memory Capacity. * $p < .05$. ** $p < .01$.

Sample CRediT author statement

Eva Vives: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Writing-Original Draft. **Marco Bressan:** Formal analysis, Data Curation, Writing - Original Draft. **Céline Poletti:** Conceptualization, Methodology, Investigation. **Denis Caroti:** Investigation, Resources. **Fabrizio Butera:** Writing - Review & Editing. **Pascal Huguet:** Writing - Review & Editing. **Isabelle Régner:** Conceptualization, Methodology, Investigation, Resources, Writing-Original Draft, Review & Editing, Supervision.

Declaration of Interests

None.

Acknowledgements

We thank all the teachers and undergraduates who participated in the study.

Funding

This research was supported by the French Ministry of National Education, Youth and Sports (MENJS); the Ministry of Higher Education, Research and Innovation (MESRI); the « Mission Monteil pour le numérique éducatif », and the « Programme d'investissements d'avenir, expérimentation ProFAN» (PIA).

Chapitre 7 – Evolution des buts d’accomplissement de soi et de l’estime de soi au cours du temps en fonction de l’apprentissage Jigsaw

Dans ce chapitre nous explorons si l’apprentissage coopératif Jigsaw influence l’évolution des buts d’accomplissement et l’estime de soi chez une population d’élèves de lycées professionnels.

A l’issue de notre revue de la littérature, nous avons montré que peu d’études se sont intéressées aux effets de Jigsaw dans le long terme. Les résultats se sont toutefois révélés encourageants : les quelques travaux empiriques ayant mesuré l’influence de la méthode sur les perceptions de soi, la motivation, ou les performances scolaires, pendant ou à distance des enseignements réalisés avec Jigsaw, montrent des changements bénéfiques chez plusieurs populations d’élèves (voir Chapitre 1). Bien que les résultats de nos analyses précédentes (chapitre 5) n’aient pas permis de montrer une évolution de la structure des buts et de l’estime de soi des élèves après un semestre d’exposition à Jigsaw, il est possible que de tels changements ne se produisent que sur un plus long terme. La familiarisation au travail de groupe et à la structuration élevée de la méthode Jigsaw peuvent en effet retarder l’apparition de changements bénéfiques sur les apprentissages des élèves. Comme montré par Roseth et al. (2019), la méthode Jigsaw est d’abord associée durant les premières semaines de sa mise en place, à des attitudes compétitives et individualistes (mesurées par l’échelle d’interdépendance sociale de Johnson & Norem-Hebeisen, 1977), avant qu’un changement ne s’opère et que des attitudes coopératives n’apparaissent (14 semaines après le début de l’intervention). Grâce au suivi de lycéens durant deux années entières de leur scolarité, le protocole ProFAN permet une étude inédite des effets longitudinaux de la méthode Jigsaw sur des variables qui jouent un rôle fondamental dans les apprentissages.

Nos analyses vont également permettre de démystifier les effets de Jigsaw sur la motivation et l’image soi chez une population d’élèves très peu étudiée, et dont les perceptions de soi sont habituellement faibles. En effet, les élèves de lycées professionnels se caractérisent souvent par de faibles perceptions de leur auto-efficacité dans les matières générales (Darnon et al., 2012) et une faible estime de soi (e.g., Houtte et al., 2012). Ces phénomènes peuvent être liés à des situations d’échec scolaire importantes dès l’arrivée des élèves en seconde

professionnelle, qui sont toutefois susceptibles d'évoluer au cours de la scolarité. A notre connaissance, aucune étude n'a investigué de tels changements chez des lycéens de filières professionnelles, dont les profils pourtant singuliers, pourraient tirer avantage de ce mode d'apprentissage afin d'améliorer leurs perceptions de soi. L'objectif des deux analyses suivantes, est de déterminer i) quelles sont les associations à long terme entre l'exposition à l'interdépendance positive (Jigsaw) et les buts d'accomplissement, et ii) quelles sont les associations à long terme entre Jigsaw et les perceptions de l'estime de soi.

7.1. Participants et données analysées

Les observations des élèves de la cohorte 1 (2017-2019) ont été utilisées pour conduire nos analyses. Après exclusion des données manquantes, notre échantillon se composait de 5385 élèves. Les analyses longitudinales ont été réalisées sur les données des trois temps de mesures du questionnaire (Q1, Q2, Q3). Le Tableau 6 présente les statistiques descriptives, ainsi que la taille des échantillons finaux pour chaque variable et chaque analyse.

Tableau 6. Statistiques descriptives et tailles d'échantillon des modèles longitudinaux portant sur les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi.

	T1			T2			T3		
	Jigsaw	Coop	Control	Jigsaw	Coop	Control	Jigsaw	Coop	Control
Buts d'accomplissement									
<i>n</i>	1500	1456	1278	1286	1246	1022	1017	1013	831
BMA	4.54(1.42)	4.53(1.44)	4.42(1.44)	4.29(1.37)	4.26(1.31)	4.19(1.39)	4.24(1.29)	4.19(1.35)	4.18(1.3)
BPA	3.64(1.63)	3.65(1.65)	3.62(1.67)	3.72(1.53)	3.62(1.47)	3.61(1.55)	3.72(1.46)	3.61(1.45)	3.78(1.47)
BME	4.06(1.44)	4.1(1.42)	4.03(1.45)	4.03(1.41)	3.97(1.33)	3.89(1.41)	4.06(1.32)	3.95(1.35)	4.01(1.3)
BPE	4.87(1.32)	4.84(1.34)	4.81(1.34)	4.51(1.33)	4.48(1.31)	4.44(1.38)	4.33(1.34)	4.26(1.31)	4.38(1.29)
Estime de soi									
<i>n</i>	1594	1580	1368	1365	1345	1082	1075	1091	876
Sociale	2.78(0.62)	2.78(0.63)	2.76(0.61)	2.71(0.62)	2.68(0.61)	2.7(0.6)	2.64(0.59)	2.66(0.58)	2.67(0.59)
Entreprise	2.63(0.56)	2.64(0.54)	2.64(0.53)	2.67(0.54)	2.67(0.54)	2.72(0.52)	2.76(0.54)	2.77(0.52)	2.79(0.52)
Scolaire	-	-	-	2.64(0.54)	2.62(0.55)	2.65(0.52)	2.64(0.54)	2.64(0.51)	2.64(0.55)
Globale	2.87(0.67)	2.88(0.67)	2.86(0.65)	2.82(0.67)	2.82(0.67)	2.82(0.66)	2.79(0.64)	2.8(0.65)	2.8(0.66)

7.2. Hypothèse longitudinale : évolution de la structure des buts d’accomplissement et de l’estime de soi au cours du temps.

Il est possible que l’introduction de l’interdépendance positive comme scénario d’apprentissage pédagogique favorise le niveau de motivation des élèves via l’augmentation de la maîtrise-approche (i.e., la motivation à maîtriser une tâche). A l’inverse, en situation d’exposition à l’interdépendance positive, l’orientation des élèves à la performance, qu’elle soit positive (but de performance-approche) ou négative (but de performance évitement) pourrait diminuer au cours du temps, car le travail de groupe impose de réduire la compétition entre les individus et la phase experte peut aider à réduire la crainte d’échouer. Comme le prévoyait Aronson et al. (1978, 2011), il est également possible que le travail de groupe avec Jigsaw favorise le développement d’une image de soi positive. En raison de ses caractéristiques, la méthode peut rehausser les différentes facettes de l’image soi des élèves. Nous suggérons ainsi des changements *quantitatifs* et *qualitatifs* des buts d’accomplissement et de l’estime de soi au cours du temps.

7.3. Mesures

Buts d’accomplissement de soi

L’échelle des buts d’accomplissement de Elliot et McGregor (2001), traduite en langue française par Darnon et Butera (2005) (voir Annexe 2), a été utilisée afin de mesurer les quatre buts d’accomplissement (performance-approche, performance-évitement, maîtrise-approche, et la maîtrise-évitement) aux trois temps de l’étude (avant, pendant et à la fin de l’expérimentation). Cette échelle est présentée section 5.3. du chapitre 5.

Estime de soi

L’échelle SPPA (« Self-Perception Profile For Adolescents ») développée par Harter (1988, 2012) et traduite en langue française par Bariaud (2006) a été utilisée afin de mesurer quatre dimensions principales de l’estime de soi (globale, sociale, entreprise et scolaire) aux trois temps de l’étude (voir Annexe 3). Cette échelle est présentée section 5.3 du chapitre 5. En raison d’un problème technique sur la plateforme ProFAN, la dimension « scolaire » de l’échelle d’estime de soi n’a pas été administrée au Temps 1 et n’a pas donc été intégrée à notre analyse.

7.4. Stratégie Analytique

Afin d'examiner l'évolution des réponses sur l'échelle des buts d'accomplissement, puis sur l'échelle d'estime de soi, au cours des deux années du projet, nous avons appliqué un modèle de panel croisé-décalé (Cross-Lagged Panel Design), adapté pour le traitement des mesures répétées. Ce modèle fait partie de la famille des analyses en équations structurales (Structural Equation Modeling) et permet d'étudier comment une structure de variables corrélées entre elles, varie au cours du temps, sans imposer la linéarité aux données (voir Figure 12 et Figure 14). Les paramètres du modèle ont été estimés en bootstrap (2000 répétitions) et les intervalles de confiance ont été calculés à 95% [2.5%, 97.5%].

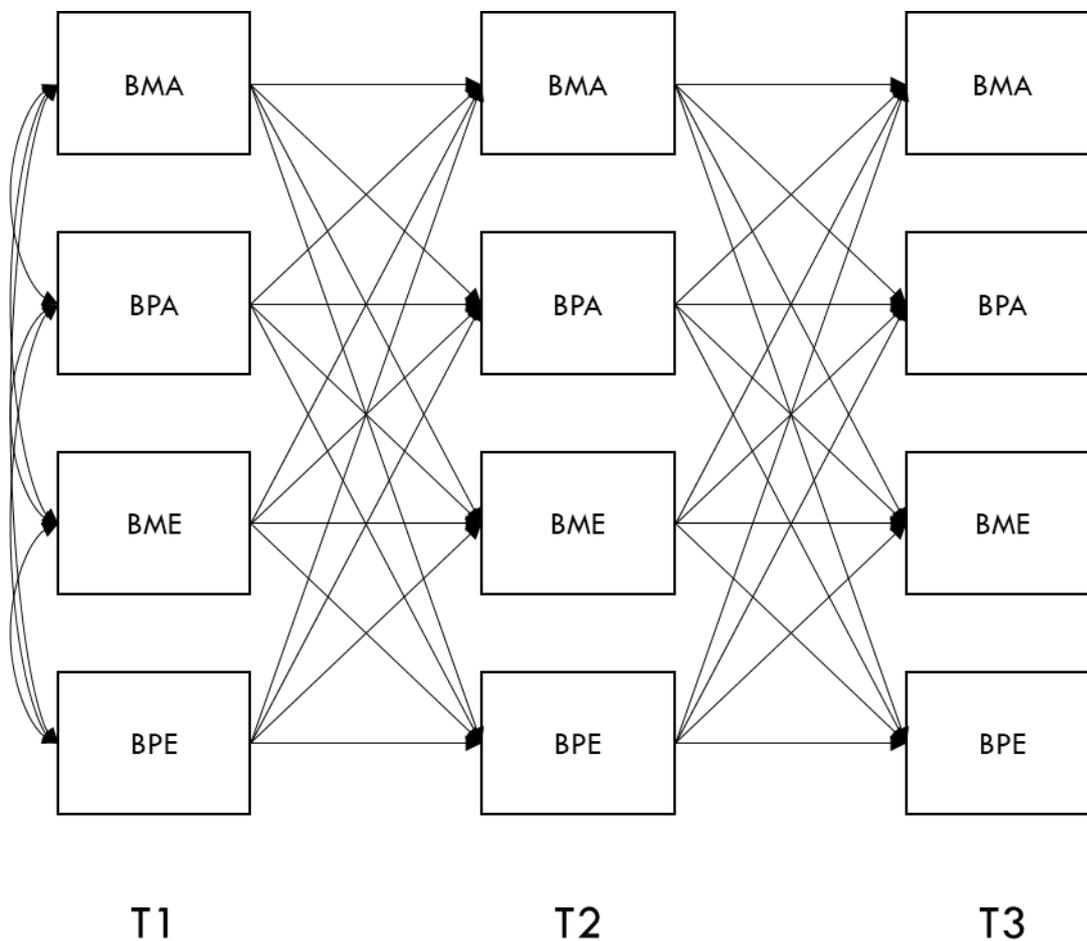


Figure 12. Représentation graphique du modèle de panel croisé-décalé testant l'évolution des buts d'accomplissement au cours du temps

7.5. Résultats

7.5.1 Buts d'accomplissement de soi

Invariance de la mesure

Nous avons utilisé un test d'invariance afin de vérifier si les moyennes des variables observées étaient différentes entre les conditions. Le test montre que l'ajout d'une contrainte au modèle (égalité des moyennes entre les conditions G1, G2 et G3) ne diminue pas la qualité du modèle, $\chi^2(24) = 36.37$, $p = .050$. Aucune différence n'est observée entre le modèle non-contraint et le modèle contraint, ce qui signifie que la condition d'apprentissage n'affecte pas les trajectoires des buts d'accomplissement. Les paramètres des modèles sont présentés en Annexe 8.

Analyses en équations structurales

Les coefficients du modèle sont reportés dans le Tableau 7 et les trajectoires développementales des quatre buts d'accomplissement, basées sur les moyennes estimées sont présentées Figure 13. Le modèle montre une diminution importante du niveau des buts de performance-évitement ($\Delta \text{BPE}_{(T3; T1)} = -0,54$, $\text{SE} = 0.02$, $p = .000$, $d = -.20$), et de maîtrise-approche ($\Delta \text{BMA}_{(T3; T1)} = -0,32$, $\text{SE} = 0.03$, $p = .000$, $d = -.11$), au cours du temps. Le but de maîtrise évitement évolue de manière moins prononcée, uniquement pendant les premiers mois de l'expérimentation ($\Delta \text{BMA}_{(T2; T1)} = -0,11$, $\text{SE} = 0.03$, $p = .000$, $d = -.04$). Aucun changement n'est observé sur le but de performance-approche qui reste stable au cours du temps ($\Delta \text{BPA}_{(T3; T1)} = 0,05$, $\text{SE} = 0.03$, $p = .109$, $d = .02$).

Evolution des buts d'accomplissement au cours du temps

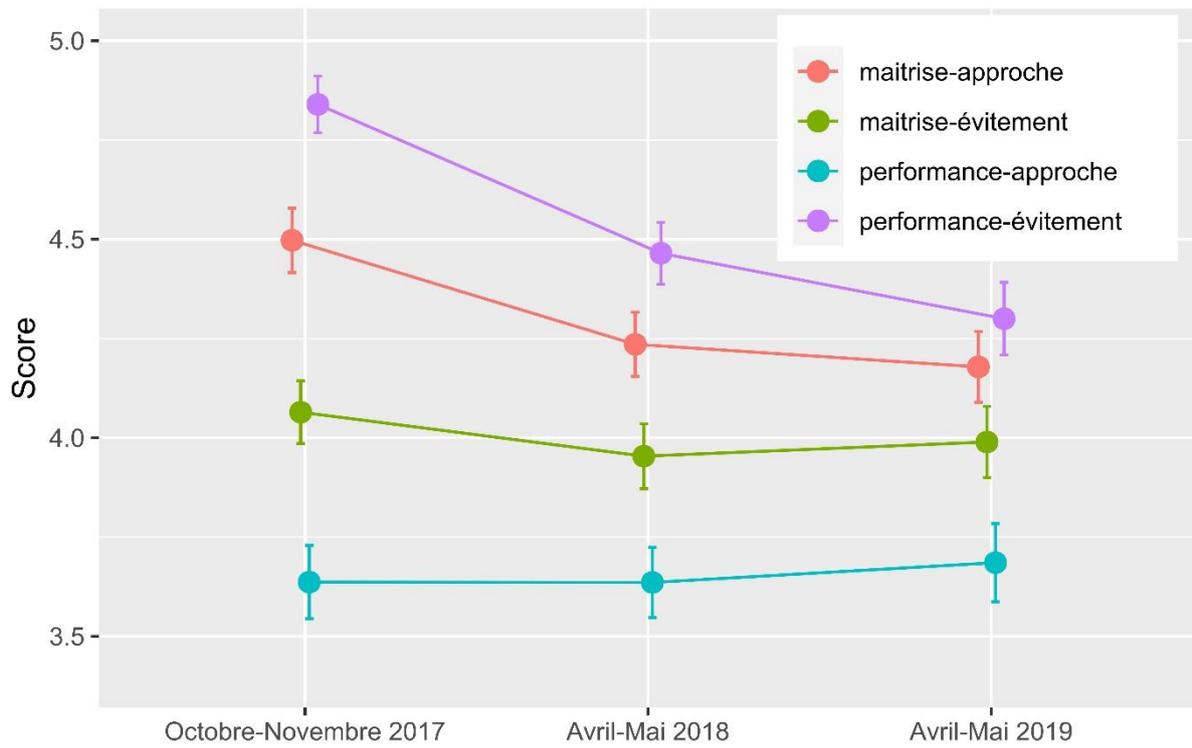


Figure 13. Trajectoires des quatre buts d'accomplissement au cours de l'expérimentation ProFAN.

Tableau 7. Paramètres du modèle longitudinal des buts d'accomplissement de soi.

Variable	TIME _a	TIME _b	Time _a			Time _b			Time _a - Time _b			Parametric test		effect size	
			mean	2,50%	97,50%	mean	2.50%	97.50%	Δ mean	2,50%	97,50%	SE	z	p-value	d
BMA	T2	T1	4,24	4,15	4,32	4,50	4,42	4,58	-0,26	-0,31	-0,21	0,02	-10,70	0,000	-0,10
BMA	T3	T2	4,18	4,09	4,27	4,24	4,15	4,32	-0,06	-0,11	0,00	0,03	-2,02	0,044	-0,02
BMA	T3	T1	4,18	4,09	4,27	4,50	4,42	4,58	-0,32	-0,37	-0,26	0,03	-11,14	0,000	-0,11
BPA	T2	T1	3,64	3,55	3,72	3,64	3,54	3,73	0,00	-0,05	0,05	0,03	-0,02	0,985	0,00
BPA	T3	T2	3,69	3,59	3,78	3,64	3,55	3,72	0,05	-0,01	0,11	0,03	1,67	0,095	0,02
BPA	T3	T1	3,69	3,59	3,78	3,64	3,54	3,73	0,05	-0,01	0,11	0,03	1,60	0,109	0,02
BME	T2	T1	3,95	3,87	4,04	4,06	3,99	4,14	-0,11	-0,16	-0,06	0,03	-4,33	0,000	-0,04
BME	T3	T2	3,99	3,90	4,08	3,95	3,87	4,04	0,04	-0,02	0,09	0,03	1,28	0,201	0,01
BME	T3	T1	3,99	3,90	4,08	4,06	3,99	4,14	-0,08	-0,13	-0,02	0,03	-2,73	0,006	-0,03
BPE	T2	T1	4,46	4,39	4,54	4,84	4,77	4,91	-0,38	-0,42	-0,33	0,02	-15,18	0,000	-0,15
BPE	T3	T2	4,30	4,21	4,39	4,46	4,39	4,54	-0,16	-0,22	-0,11	0,03	-5,66	0,000	-0,06
BPE	T3	T1	4,30	4,21	4,39	4,84	4,77	4,91	-0,54	-0,60	-0,49	0,03	-18,98	0,000	-0,20

7.5.2 Estime de soi

Invariance de la mesure

En utilisant la même méthode que celle expliquée dans la section 7.2.1, nous avons recherché toute différence entre au moins une moyenne des variables observées en fonction de la condition (G1, G2, G3). L'ajout d'une contrainte au modèle (égalité des moyennes), ne détériore pas les paramètres d'ajustement du modèle de manière significative, $\chi^2(18) = 23.42, p = .178$. Aucune différence n'est observée entre le modèle non-contraint et le modèle contraint, ce qui signifie que la condition d'apprentissage n'affecte pas les trajectoires de l'estime de soi. Les paramètres des modèles sont reportés en Annexe 8.

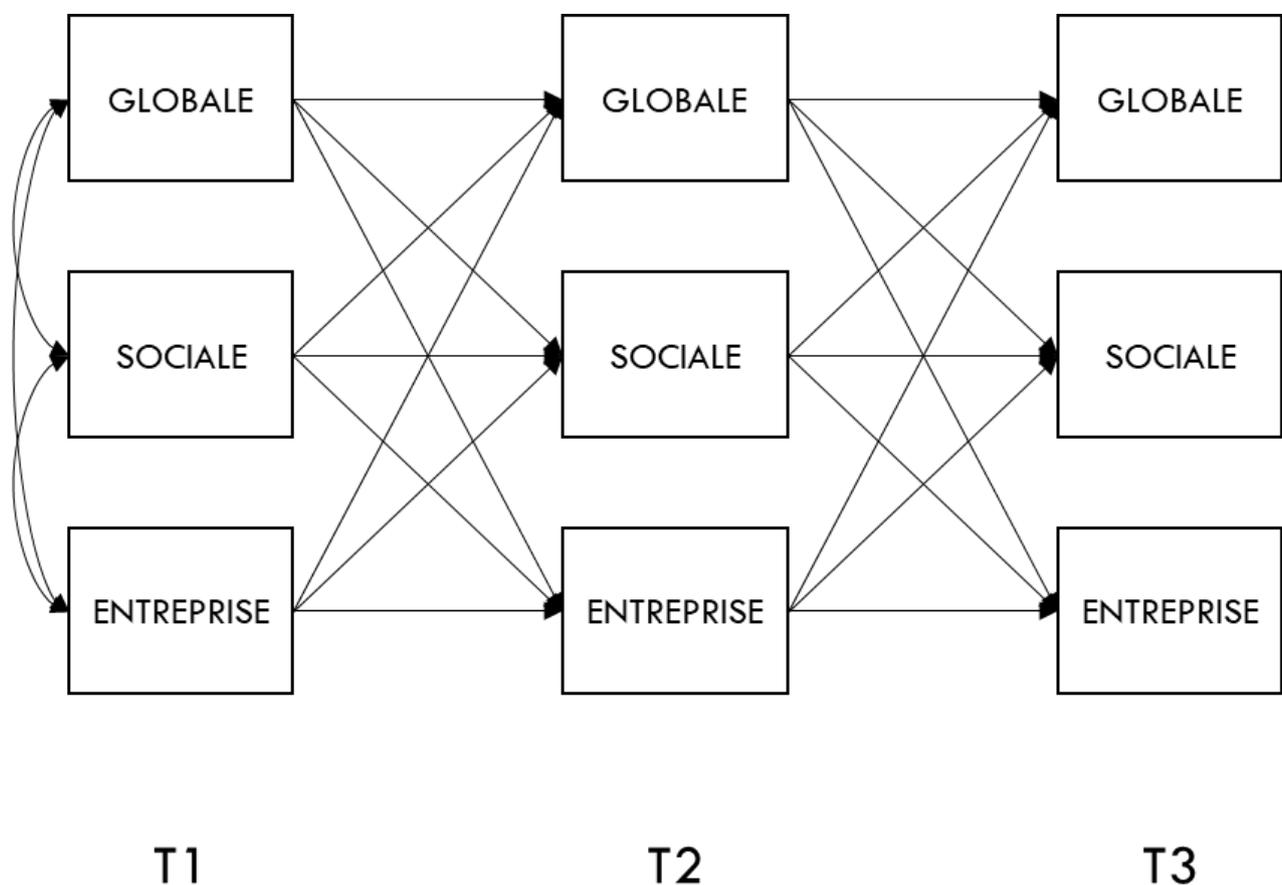


Figure 14. Représentation graphique du modèle de panel croisé-décalé testant l'évolution de l'estime de soi au cours du temps

Analyses en équations structurales

Les coefficients du modèle sont reportés dans le Tableau 8 et les trajectoires développementales des trois scores d'estime de soi, basées sur les moyennes estimées sont présentées Figure 15. Le modèle montre une augmentation de l'estime de soi « entreprise » ($\Delta \text{ENT}_{(T3; T1)} = 0,13$, $\text{SE} = 0,01$, $p = .000$, $d = .30$) au cours du temps. En revanche, l'estime de soi « sociale » ($\Delta \text{SOC}_{(T3; T1)} = -0,11$, $\text{SE} = 0,01$, $p = .000$, $d = -.23$) et « globale » ($\Delta \text{GLO}_{(T3; T1)} = -0,07$, $\text{SE} = 0,01$, $p = .000$, $d = -.13$) diminuent au cours du temps.

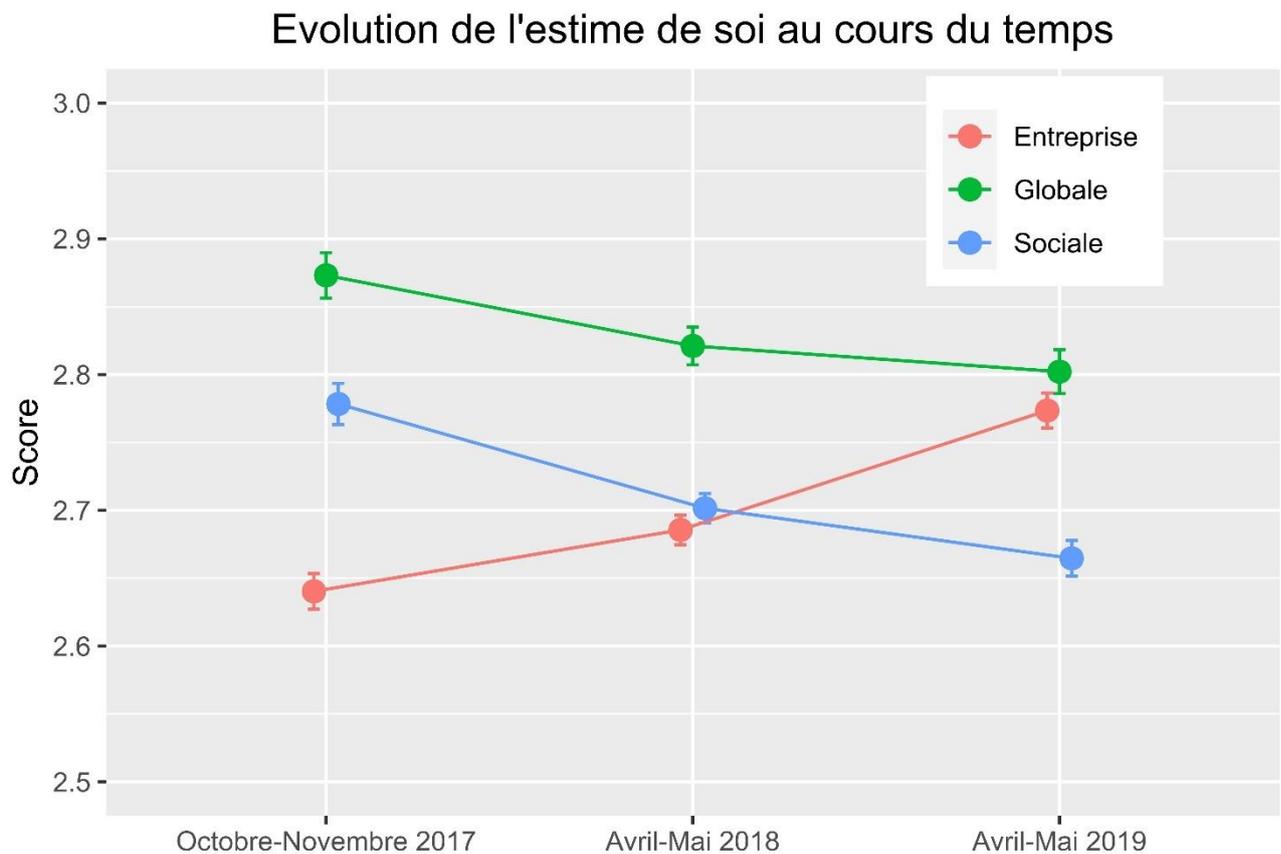


Figure 15. Trajectoires de l'estime de soi au cours de l'expérimentation ProFAN.

Tableau 8. Paramètres du modèle longitudinal de l'estime de soi.

Variable	TIME _a	TIME _b	Time _a			Time _b			Time _a - Time _b			Parametric test			effect size
			mean	2,50%	97,50%	mean	2.50%	97.50%	Δ mean	2,50%	97,50%	SE	z	p-value	d
Ent	2	1	2,69	2,67	2,70	2,64	2,63	2,65	0,05	0,03	0,06	0,01	5,28	0,000	0,11
Ent	3	2	2,77	2,76	2,79	2,69	2,67	2,70	0,09	0,07	0,11	0,01	8,67	0,000	0,21
Ent	3	1	2,77	2,76	2,79	2,64	2,63	2,65	0,13	0,11	0,15	0,01	12,54	0,000	0,30
Soc	2	1	2,66	2,65	2,68	2,78	2,76	2,79	-0,08	-0,09	-0,06	0,01	-9,46	0,000	-0,17
Soc	3	2	2,66	2,65	2,68	2,70	2,69	2,71	-0,04	-0,06	-0,02	0,01	-3,76	0,000	-0,09
Soc	3	1	2,80	2,79	2,82	2,78	2,76	2,79	-0,11	-0,13	-0,09	0,01	-11,39	0,000	-0,23
Glo	2	1	2,82	2,81	2,83	2,87	2,86	2,89	-0,05	-0,07	-0,03	0,01	-5,41	0,000	-0,10
Glo	3	2	2,80	2,79	2,82	2,82	2,81	2,83	-0,02	-0,04	0,00	0,01	-1,72	0,085	-0,04
Glo	3	1	2,80	2,79	2,82	2,87	2,86	2,89	-0,07	-0,09	-0,05	0,01	-6,09	0,000	-0,13

Note. ENT = entreprise. SOC = sociale. Glo = Globale.

7.6. Discussion intermédiaire

Les résultats de nos deux analyses ont permis d'examiner les trajectoires des buts d'accomplissement de soi et les trajectoires de l'estime de soi au cours du temps. Bien qu'aucun effet du contexte d'apprentissage Jigsaw n'ait été observé sur ces trajectoires, nos résultats montrent que les quatre buts d'accomplissement, comme les trois dimensions de l'estime de soi suivent une évolution qualitativement distincte.

Nos résultats sur les buts d'accomplissement sont surprenants. Alors que le but de performance-approche reste stable au cours du temps, les trois autres buts diminuent. Contrairement à nos attentes, Jigsaw n'a pas eu d'incidence sur ces trajectoires. Ces résultats sont en contradiction avec ceux des études de Nichols (1996) et Law (2006) qui ont montré que l'introduction d'un contexte d'apprentissage en classe basé sur l'interdépendance sociale (STAD ou Jigsaw) contribuait à l'augmentation du but de maîtrise-approche, et plus récemment de Lee et al. (2020), qui ont montré que des attitudes coopératives étaient associés à des profils motivationnels marqués par la maîtrise-approche. Il est possible que notre intervention et plus généralement l'apprentissage coopératif, n'ait pas permis de contrer le profil motivationnel singulier des élèves du dispositif (marqué par des niveaux élevés de performance-évitement).

Nos résultats montrent également une diminution de l'estime de soi sociale et globale au cours du temps, et une amélioration de la dimension « entreprise ». Il est possible que cet effet soit concomitant à l'entrée des élèves dans le monde de l'entreprise, durant les périodes de formation en entreprise qui constituent 18 à 22 semaines de stage au total dans l'emploi du temps des élèves. A leur tour, ces résultats contrastent avec ceux d'une littérature ayant indiqué une amélioration des niveaux d'estime de soi après une exposition à la méthode coopérative Jigsaw (Aronson & Bridgeman, 1978 ; Blaney et al., 1977 ; Lazarowitz et al., 1994), en raison notamment de l'une des caractéristiques principales de Jigsaw : le système d'enseignement par les pairs qui permet de revaloriser le rôle de l'élève, en le rendant à la fois actif et responsable de ses apprentissages.

Enfin, il est possible que cette absence d'effets sur les perceptions de soi et les motivations soit liée à des problèmes méthodologiques. Comme nous l'avons suggéré précédemment (chapitre 4), certains biais ont pu être introduits dans l'implémentation de la méthode Jigsaw au sein des classes (comme pour la condition coopérative G2). Ces biais ont pu entraîner une réduction de l'efficacité de Jigsaw en classe.

L'ensemble de ces résultats offrent néanmoins un aperçu des dynamiques de l'estime de soi et des buts d'accomplissement chez une population d'élèves très peu étudiée à ce jour. Bien que nos résultats n'aient pas contribué à montrer un effet direct de l'apprentissage Jigsaw sur l'évolution des buts d'accomplissement, favoriser la coopération en classe reste une piste prometteuse pour améliorer les perceptions de soi en milieu scolaire. Le développement d'attitudes pro-coopératives chez des élèves ou étudiants en situation d'apprentissage, peut être bénéfique afin d'encourager à la fois un meilleur sentiment d'auto-efficacité (i.e., la perception que se fait un individu de ses propres capacités à réaliser une tâche) mais aussi une orientation vers les buts de maîtrise (Lee et al., 2020).

Résumé du chapitre

- Les effets de la méthode Jigsaw sur l'évolution de l'estime de soi et des buts d'accomplissement de soi ont été examinés
- Deux modèles d'analyses longitudinales révèlent que ni les buts ni l'estime de soi ne fluctuent au cours du temps en raison du travail avec Jigsaw : ni dans le moyen terme (6 mois d'exposition), ni dans le long terme (2 ans d'exposition)
- Indépendamment du contexte d'apprentissage, les niveaux des buts d'accomplissement de soi diminuent, à l'exception du but de performance-proche, qui reste stable au cours du temps
- Une évolution similaire est observée sur les niveaux d'estime de soi des élèves : l'estime de soi globale et sociale diminuent au cours du temps. Toutefois une légère augmentation de l'estime de soi en entreprise est observée

CHAPITRE 8 – DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de nos travaux, nous avons étudié une manière alternative de travailler en classe : la méthode Jigsaw (Aronson et al., 1978) développée à l'origine afin de réduire les inégalités sociales et les discriminations en classe. Cette méthode qui repose sur du travail de groupe structuré par une interdépendance des ressources pédagogiques et un système d'apprentissage par les pairs, rend l'élève responsable et actif dans ses apprentissages. Afin de mieux comprendre les raisons du succès, bien souvent revendiqué, de Jigsaw dans le monde de l'éducation et de la recherche académique, nous avons passé au crible quarante ans de travaux empiriques portant sur les effets de la méthode sur les performances académiques et les perceptions de soi. Cette revue exhaustive de la littérature nous a permis d'identifier qu'au-delà de résultats parfois disparates sur les effets de Jigsaw, les facteurs susceptibles de les expliquer et/ou de les modérer n'avaient été que très rarement investigués. Nous avons mis à l'épreuve trois facteurs clefs des apprentissages scolaires, les buts d'accomplissement de soi, l'estime de soi et la mémoire de travail dans des études de terrain randomisées et contrôlées. Les implications théoriques et pratiques de nos travaux sont discutées.

8.1. Résumé des résultats

Depuis son développement, la méthode d'apprentissage coopérative Jigsaw est présentée comme une manière d'étudier prometteuse, qui permet d'améliorer la vie de classe, les résultats scolaires des élèves, et leur bien être psychologique. Il semblait donc raisonnable d'examiner les forces et les faiblesses de cette méthode, en faisant une synthèse des résultats empiriques obtenus à ce jour (1978-2018), pour mieux comprendre la ou les raisons de son succès. A l'issue d'une revue de la littérature exhaustive (Chapitre 1), nous avons constaté que la méthode Jigsaw était loin de répondre au cahier des charges proposé par Aronson et ses équipes. Non seulement les résultats des études ne font pas consensus, mais leur qualité est menacée par des failles méthodologiques et statistiques importantes, qui remettent en question leur légitimité. Un manque évident dans la littérature Jigsaw, est l'étude des mécanismes explicatifs et modérateurs de ses effets. Il semblait nécessaire de déterminer *quand, pour qui et comment* la méthode Jigsaw fonctionne, afin que pédagogues, enseignants et chercheurs puissent décider avec discernement de son application (à petite, moyenne, ou grande échelle).

En dépit des limites de la littérature, la revue a permis de soulever quelques pistes de recherche pertinentes. La méthode semble avoir des effets positifs sur les élèves défavorisés et en difficulté scolaire. De plus, il est possible que les effets de Jigsaw s'observent dans le long terme. Afin de remédier aux écueils de la littérature Jigsaw, nous avons étudié dans le cadre de deux expérimentations de terrain, deux catégories de facteurs (psycho-sociaux et cognitifs), clefs de voûte des apprentissages à l'école. Le projet expérimental ProFan a ainsi constitué un point d'entrée inédit pour la méthode Jigsaw dans le monde de l'expérimentation de terrain à grande échelle (N=10 395 *élèves*). Dans notre premier chapitre expérimental (Chapitre 5), nous avons testé le rôle des buts d'accomplissement de soi (lié à la motivation) et de l'estime de soi (liée à l'image de soi) en tant que médiateur et modérateur des effets de Jigsaw sur la réussite en mathématiques, dans le cadre de l'analyse des données du projet ProFAN. Les résultats ont écarté nos hypothèses de médiation : ni l'estime de soi, ni les buts d'accomplissement de soi ne jouent un rôle de médiateur des effets de Jigsaw. En revanche, les résultats ont indiqué que l'un des buts d'accomplissement de soi, l'orientation à la performance-proche (soit la motivation à mieux réussir que les autres et à mettre en avant ses compétences), et l'estime de soi « globale » (qui reflète l'image de soi générale) modéraient les effets de Jigsaw sur la performance. Plus précisément, la méthode Jigsaw s'est avérée bénéfique pour les élèves fragilisés au niveau de leur estime de soi et de leur motivation à réussir en comparaison aux autres.

Pour aller plus loin et faire une incursion dans les processus cognitifs, nous avons mis à l'épreuve les relations entre la méthode Jigsaw et la mémoire de travail (Chapitre 6). Nous avons conduit une expérimentation en milieu écologique auprès d'étudiants de l'université (N=342) dans le cadre d'un cours dédié à l'esprit critique. L'une de nos hypothèses (médiation) était que la méthode Jigsaw contribue à éviter un phénomène de surcharge cognitive, lié à la saturation des ressources en mémoire de travail au moment du travail de groupe. Notamment, grâce à la division du matériel pédagogique entre les membres d'un groupe, qui permet de disposer de toutes les ressources attentionnelles pour traiter les informations du cours. Une seconde hypothèse (complémentaire de la première) était que les élèves disposant des plus faibles capacités en mémoire de travail au sein des classes, puissent être avantagés par la méthode Jigsaw, ces élèves pouvant bénéficier de la forte structuration de Jigsaw afin d'apprendre à leur rythme. Les résultats confirment cette hypothèse et corroborent ceux obtenus avec les buts d'accomplissement et l'estime de soi dans le cadre du protocole ProFAN. Les résultats expérimentaux de ces deux études (Chapitre 5-6) montrent de manière flagrante que

la méthode Jigsaw est efficace pour certains élèves, confortant les résultats des études empiriques ayant montré des effets en faveur de certains élèves uniquement. Les élèves les plus en difficultés sur le plan des apprentissages, qui présentent de faibles niveaux de motivation, une mauvaise image de soi et des capacités cognitives plus faibles que celles de leurs camarades, bénéficient de l'apprentissage avec Jigsaw, qui leur permet de réussir les évaluations scolaires (mathématiques et raisonnement critique) tout aussi bien que les autres élèves. L'étude de ces facteurs a ainsi permis de dévoiler pour quels élèves la méthode fonctionne le mieux.

Enfin, nous sommes allés au-delà des effets de Jigsaw sur les performances scolaires en étudiant également comment ce contexte d'apprentissage pouvait affecter des dimensions intra et inter-individuelles de l'identité de soi. Nous avons testé les effets de Jigsaw sur l'évolution de l'image de soi et de la motivation en exploitant les données longitudinales de l'expérimentation ProFAN (Chapitre 7). Contre toute attente, la méthode Jigsaw n'a pas confirmé les propositions initiales d'Aronson (voir Aronson & Patnoe, 2011, p. 86) au sujet d'une amélioration possible de l'estime de soi des élèves. La méthode n'a pas montré d'influence sur le développement psychosocial des élèves : ni la structure des buts d'accomplissement, ni l'estime de soi des élèves n'ont évolué dans le court (6 mois) et le long terme (2 ans).

8.2. Implications théoriques

8.2.1. Jigsaw ou l'effet d'équité pédagogique

L'ensemble de nos travaux empiriques a permis de mettre en évidence un effet robuste de la méthode : Jigsaw instaure une forme d'équité au sein de la classe, vis-à-vis de facteurs signifiants dans l'identité des élèves. Avec le cadre structuré offert par la méthode Jigsaw, on constate que des élèves habituellement « vulnérables » en milieu scolaire peuvent exprimer pleinement leur potentiel, et qu'ils sont en réalité capables de réussir aussi bien que les autres, lorsqu'on les place dans une situation d'apprentissage adaptée.

Bien que nous n'ayons pas investigué dans le cadre de nos travaux la totalité des facteurs susceptibles de modérer les effets de Jigsaw sur la performance scolaire (performances passées, composition du groupe, etc.), il est envisageable de considérer, à l'issue des résultats de la revue

exhaustive de la littérature (Chapitre 1) et des résultats de nos travaux empiriques, que la méthode Jigsaw est une forme d'apprentissage qui interagit manifestement avec des facteurs dispositionnels : ses effets se révélant en fonction des caractéristiques intra et inter-individuelles des élèves. La présence de ces modérateurs apporte un élément de réponse vis-à-vis de l'une des questions soulevées dans notre revue de la littérature : la méthode Jigsaw est-elle plus efficace que le travail individuel ou qu'une autre méthode d'apprentissage coopérative pour apprendre à l'école ? Notre réponse sera donc un « oui, mais ... », des bénéfiques, oui, mais conditionnés par les caractéristiques de l'apprenant.

8.2.2. Réponse à deux critiques formulées vis-à-vis de l'apprentissage avec Jigsaw

L'une des critiques principales adressées à l'apprentissage coopératif a longtemps été que les « meilleurs » ne bénéficient pas de cette forme d'instruction en raison d'une hétérogénéité dans la composition des groupes (voir Patrick et al., 2005). Comme suggéré par Artut et Tarim (2007), *“There is a concern that cooperative learning might hold back high achievers”*. La question restait à traiter eu égard de Jigsaw et nous avons pu examiner ce point à deux reprises. Aucun effet délétère lié à l'application de Jigsaw sur une longue période (dans l'étude ProFAN) n'est observé chez les élèves les plus motivés par la maîtrise-approche et la performance-approche, ni chez les élèves ayant la plus haute estime de soi. Un résultat similaire est observé chez les élèves ayant les capacités en mémoire de travail les plus élevées (étude conduite à l'université), cette fois après une seule séance de travail avec la méthode. Jigsaw présente donc un atout manifeste puisqu'elle permet à ceux qui en ont le plus besoin de s'améliorer sans pour autant perturber la réussite des « bons élèves ».

Une autre critique, adressée directement à la méthode Jigsaw, est qu'elle entraîne le risque d'une moins bonne compréhension sur les portions du matériel pédagogique qui ont été enseignées par les autres élèves. Pour Slavin (1995), l'un des problèmes de la méthode est que les étudiants n'ont qu'un accès limité au matériel pédagogique (à l'exception de celui qu'ils ont étudié eux-mêmes), de sorte que les gains en termes d'apprentissage, sur leurs propres parties du matériel pédagogique, peuvent être contrebalancés par des lacunes dans les autres portions du cours. Nous souhaitons reformuler cette remarque en la suivante : « Jigsaw entraîne le risque d'une moins bonne compréhension sur les portions du matériel pédagogique qui n'ont pas été traitées dans les groupes d'experts ». Les études de Souvignier et Kronenberger (2007) et de Berger & Hanze (2015) vont dans le sens de Slavin, puisqu'elles montrent une moins bonne

performance des novices sur la section du matériel qui a été enseignée par les membres de leur groupe, mais montrent également la supériorité du travail dans les groupes d'experts. Notre étude (chapitre 6), conforte partiellement ces résultats : nous avons montré que les experts réussissent mieux les items de l'évaluation qui portent sur leur partie du matériel que les novices. En revanche, contrairement aux études citées nous n'avons observé aucune différence de performance entre les étudiants « novices » et les étudiants du groupe contrôle. Qui plus est pour les étudiants « novices » ayant la mémoire de travail la plus élevée, aucune différence n'était observée par rapport aux élèves du groupe contrôle. Ces résultats (Souvignier & Kronenberger, 2007 ; Berger & Hanze, 2015, et notre étude) soutiennent l'idée que le point fort de la méthode Jigsaw réside en la présence de l'appropriation des ressources individuelles et du groupe expert.

Cependant, ces résultats soulignent une contradiction avec les travaux portant sur l'interdépendance des ressources, qui ont montré que c'est la complémentarité des ressources (information différentes) qui permet de réussir ensemble, et non pas le travail sur des informations identiques (e.g., Buchs et al., 2004, Buchs & Butera, 2009). De plus, si le travail dans le groupe expert favorise la performance, mais que le travail avec les « novices » ne présente pas d'avantage particulier par rapport à une méthode de travail traditionnelle (sans interdépendance), voire des résultats délétères (Souvignier & Kronenberger, 2007), cela signifie que l'une des composantes principales de Jigsaw, l'apprentissage par les pairs, n'est pas suffisamment robuste et pourrait être abandonnée. Une réduction de la méthode Jigsaw au travail dans les groupes d'experts pourrait donc être envisagée comme une piste pour le développement d'une version plus efficace de Jigsaw. Comme suggéré par Roseth et al. (2019), le démantèlement des différentes étapes de la méthode Jigsaw permettra de mieux comprendre les dynamiques psychosociales à l'œuvre lors du travail avec Jigsaw, mais également, de déterminer quelle partie de la méthode est réellement efficace pour les apprentissages scolaires.

8.2.3. Absence d'effet de Jigsaw sur les buts d'accomplissement de soi et l'estime de soi

En dépit des attentes fortes autour de la méthode Jigsaw, présentée comme une manière de restaurer une image positive de soi positive et d'augmenter la motivation en classe (Aronson & Patnoe, 2011), nos résultats ont montré une absence totale d'effets de Jigsaw sur ces deux composantes socio-affectives. Dans le cadre de l'expérimentation ProFAN, nos analyses de médiation (Chapitre 5) n'ont pas permis de mettre évidence les effets indirects attendus pour pouvoir conclure à un effet médiateur des buts d'accomplissement de soi (ou de l'estime de soi) sur les performances scolaires. De même, nos analyses longitudinales (Chapitre 7) ont confirmé cette absence d'effets. Jigsaw n'influence ni à court terme (Temps 2), ni à long terme (Temps 3) les buts d'accomplissement et l'estime de soi des élèves de lycées professionnels.

Si Jigsaw présente des bénéfices (partiels) sur les apprentissages et les performances scolaires (chez les étudiants les plus vulnérables), ces effets ne semblent pas pouvoir être expliqués par l'amélioration de ces deux facteurs. Pourtant, plusieurs travaux dans la littérature avaient pointé les effets bénéfiques de cette forme d'apprentissage sur l'amélioration du sentiment d'auto-compétence (chez des lycéens de lycées généraux, Berger & Hanze, 2009 ; Hanze et Berger, 2007), et sur le sentiment d'auto-efficacité en mathématiques et en français (chez des lycéens de formations professionnelles, Darnon et al., 2012).

Par ailleurs, nous n'avons observé des effets de Jigsaw qu'en vertu de facteurs modérateurs (but de performance-proche et estime de soi globale), et uniquement sur les données du Temps 1 (avant l'exposition à la méthode). Les analyses réalisées sur les réponses des élèves au Temps 2, n'ayant pas confirmé ces effets de modulation. Comme nous l'avons suggéré au Chapitre 7 (section 7.6), il est possible que la mise en place des conditions d'organisation pédagogiques dans les établissements ait été affectée par des modifications de la procédure expérimentale et des changements de consignes. Si les enseignants ont pris des libertés vis-à-vis des instructions et de la structuration des cours, il est possible que les effets bénéfiques de Jigsaw aient été fragilisés. Des variations trop importantes dans l'application de cette méthode semblent avoir des conséquences directes sur son succès en classe.

8.2.4. Vers une réinterprétation du but de maîtrise-évitement, le laissé-pour-compte de la théorie des buts d'accomplissement

Nous avons montré (Chapitre 5) que le but de maîtrise-évitement, qui se définit comme une motivation à éviter des situations où l'on se sait incompetent, prédisait négativement les performances scolaires des élèves en mathématiques, quel que soit le contexte d'apprentissage (G1, G2, G3). Les élèves de l'échantillon ProFAN qui ont peur d'échouer, échouent. Ce résultat confirme la teneur motivationnelle aversive de ce but. Par ailleurs un niveau élevé de maîtrise-évitement peut entraîner des niveaux d'anxiété plus élevés lors de la réalisation d'une tâche (e.g., Elliot & McGregor, 2001 ; Schiano-Lomoriello et al., 2005), ce que des analyses complémentaires sur la base de données ProFAN confirment. La corrélation entre le but de maîtrise-évitement et le score d'anxiété mesurée par l'échelle d'anxiété scolaire de notre questionnaire (voir Annexe 1), bien que modeste, est positive et significative ($r = .22$). De plus, ce but est lié à la peur de l'échec, comme le suggère la corrélation plus élevée entre la maîtrise-évitement et les réponses de l'échelle mesurant la sensibilité à l'erreur ($r = .48$). Ce résultat contribue également à illustrer les conséquences de cette forme de motivation sur la performance scolaire. Alors que les travaux de Elliot et Murayama (2008) montrent une relation nulle entre la maîtrise-évitement et la performance aux examens chez une population d'étudiants, nous montrons ici (chez des lycéens en formation professionnelle) que cette motivation peut avoir des conséquences négatives chez des élèves déjà fragilisés sur le plan scolaire.

Cette relation négative, entre le but de maîtrise-évitement et la performance, peut à notre sens s'expliquer de deux manières. Une première explication est liée à un déficit en capacités de métacognition. Il est possible que les individus guidés par cette forme de motivation, soient conscients de leurs capacités cognitives, et plus spécifiquement des limites de leurs capacités cognitives. Ils savent qu'ils ne disposent pas des ressources pour réussir mais ne se donnent pas les moyens de contrer l'échec. Cette connaissance de leur fonctionnement entraîne une perception de la tâche (ou de l'évaluation) erronée, qui entraîne cette situation de prophétie auto-réalisatrice. Une deuxième possibilité est que le but de maîtrise-évitement fonctionne comme un effet de menace du stéréotype. La peur de ne pas réussir le cours, entraîne une anxiété de performance, qui à son tour va restreindre la disponibilité des ressources attentionnelles pour traiter la tâche. Par conséquent, la performance à la tâche n'est pas assurée (voir Schmader et al., 2008, pour des effets de menace du stéréotype obtenus sur la performance des filles en mathématiques).

8.3. Implications pratiques

8.3.1. Utiliser tout ou partie de Jigsaw en classe ?

Comme nous l'avons suggéré précédemment, une possibilité pour les enseignants et les pédagogues désireux d'utiliser la méthode Jigsaw dans leurs établissements, et de tirer un avantage de l'une des phases de Jigsaw : le groupes d'experts. Cette phase qui constitue son originalité par rapport à d'autres méthodes de travail (voir Slavin, 2012) pourrait être utilisée comme un outil de travail à part entière qui viserait à consolider les connaissances des élèves sur l'ensemble d'un cours. Cette idée a par ailleurs été partiellement mise en application dans la version « Subject Jigsaw » développée par Doymus (2007) (voir Chapitre 1), où les élèves travaillaient d'abord sur un corpus commun (à la façon des experts) avant de rejoindre un groupe jigsaw (composé d'étudiants ayant travaillé sur des parties différentes du cours). Bien qu'appliquée par la même équipe (Doymus, 2007 ; Doymus, 2008 ; Doymus, Karacop, & Simsek, 2010 ; Karacop & Doymus, 2013 ; Koc, Doymus, Karacop, & Simsek, 2010) cette version revisitée de Jigsaw a montré des résultats bénéfiques sur les performances scolaires (voir Tableau 3, Chapitre 1).

8.3.2. L'exemple de l'expérimentation ProFAN : freins et leviers à la conduite d'essais randomisés de grande envergure en milieu scolaire

Le déploiement de l'expérimentation ProFAN dans près d'une centaine de lycées de formations professionnelles a permis de bénéficier d'une très grande puissance de test. L'examen des effets de Jigsaw sur la réussite scolaire au sein d'un échantillon d'une telle envergure, peut garantir la représentativité de nos résultats. Si l'implémentation de l'étude ProFAN a été réalisée dans les lycées professionnels pour les raisons que nous avons exposées précédemment (section 3.3, Chapitre 3), il convient d'envisager tout le potentiel de la réplication de ce type d'intervention en lycées généraux et technologiques afin d'assurer la validité externe de nos résultats. Les établissements de formations professionnelles n'ont pas incarné la cellule expérimentale de la recherche dans le secondaire. Au contraire, bien que les difficultés dans les apprentissages, auxquelles font face ces élèves depuis le début de leur scolarité n'aient pas été "contrées" par la proposition pédagogique au cœur de l'expérimentation ProFAN, nos résultats ont démontré comment la structuration du travail de groupe pouvait être bénéfique chez des élèves dont les dispositions socio-motivationnelles (e.g., buts d'accomplissement, estime de soi)

sont faibles. Des élèves au profil similaire, dans une population adolescente du même âge, mais scolarisée en lycée général pourrait aussi bénéficier de l'apprentissage avec Jigsaw, comme nous l'avons par ailleurs observé chez des élèves de l'université (Chapitre 6). Au-delà des questions théoriques soulevées par nos travaux, il apparaît aussi que certains de nos résultats (sur les buts d'accomplissement et l'estime de soi), et plus largement les travaux issus du projet ProFAN (Mella et al., 2021), contribuent à mieux comprendre certaines facettes comportementales des élèves scolarisés dans les filières professionnelles. La richesse de la base de données ProFAN offre encore après l'arrêt de l'expérimentation (juin 2020), de très nombreuses possibilités pour combler les manques d'une littérature portant sur les élèves de formations professionnelles.

8.3.3. Limites de l'expérimentation ProFAN

Le design expérimental mis en place dans l'expérimentation ProFAN, a permis de déterminer si un ou des changement(s) avaient eu lieu sur un ensemble de mesures comportementales et psycho-affectives. Cependant, il n'était pas garanti que de tels effets soient strictement imputables à l'intervention, contrairement aux études avec des *design* expérimentaux contrôlés et randomisés (Nielsen, 2013 ; Nielsen & Miraglia, 2017). Comme nous l'avons et suggéré et observé au Chapitre 4, des variations dans la mise en place de la procédure expérimentale sont susceptibles d'affecter les résultats d'une intervention en milieu naturel. Dans cette section nous traitons deux des principales limites de l'étude ProFAN.

Dans le cadre de l'expérimentation ProFAN, les grilles d'observation à destination des enseignants (Annexe 7) ont constitué un *manipulation check*, afin de vérifier la qualité de l'implémentation des conditions (expérimentales et contrôles) au sein des établissements. Cependant, ces questionnaires présentent plusieurs limites. Premièrement, les items ont suscité une grande ambiguïté chez les enseignants -comme il nous l'a été rapporté lors des visites dans les établissements. Un manque de clarté lié au chevauchement des options de réponses entre les conditions a été mis en évidence : les items ne permettaient pas d'établir clairement le profil d'une organisation de travail avec Jigsaw, et ont dû être révisés afin d'interroger les enseignants lors de la dernière vague de données (2019-2020). D'autres biais, inhérents à la nature de la variable mesurant la qualité de l'implémentation (variable polytomique ordonnée) et à la présentation sérielle des items ont été décelés lors du traitement des réponses des enseignants. Les items du questionnaire présentaient des problèmes de colinéarité. Puisque l'intérêt principal d'une *vérification des manipulations* réside en des comparaisons entre les conditions

manipulées, il convient que les éléments qui mesurent cette réalité soient les plus clairs possibles. Le recours à des échelles de Likert indépendantes avec un ordre d'apparition des questions contrebalancé (randomisation des items) mesurant un seul construit à la fois, sans être tributaire des autres, peut constituer une solution.

Une seconde limite est liée à la nature du groupe contrôle traditionnel (G3), qui avait pour instruction une organisation pédagogique libre, dans les conditions habituelles du travail en classe. Sur les grilles d'observation enseignant, une très forte hétérogénéité des options de travail déclarées a été observée, voire un positionnement sur des options exclusivement allouées au travail avec Jigsaw. Plusieurs explications peuvent rendre compte de ce phénomène. Premièrement, certains enseignants ont pu appliquer la méthode Jigsaw au sein de leurs classes, et ce malgré l'assignation de leur établissement à la condition contrôle. Il est possible que les enseignants aient décidé de travailler avec cette méthode en raison d'une dissolution du caractère « aveugle » de la condition contrôle et des objectifs de l'étude ProFAN. Néanmoins cette hypothèse n'est qu'une éventualité, en raison de la charge de travail en amont, nécessaire à la création des contenus pédagogiques (et à la division du matériel), mais aussi car la formation à la méthode Jigsaw dans les IUFM et les INSPE reste à ce jour occasionnelle. Il est toutefois possible que certains des professeurs aient appliqué la technique en « autodidactes » mais si tel est le cas, ceux-là resteraient largement minoritaires.

Deuxièmement, à l'instar d'un effet Hawthorne (ou d'un effet « John Henry »), il est possible que la motivation de certains enseignants participant à l'étude ProFAN ait changé au cours du temps. Dans les essais en éducation, le risque d'effet Hawthorne peut survenir de deux manières : soit parce que les participants du groupe traité (expérimental) ont pris conscience de se trouver dans un groupe spécial, soit parce que ce sont les participants du groupe contrôle, qui en prenant conscience de leur rôle dans l'étude, s'engagent dans des activités bénéfiques afin d'améliorer les performances de leur groupe, ce qui se traduit par des performances égales entre groupe expérimental et contrôle. L'étude ProFAN a pu être contaminée par ce biais : en appliquant des méthodes de travail alternatives à ce qu'ils font habituellement (e.g., travail en groupes ou en dyades) ou en ayant recours à un matériel pédagogique plus attractif pour les élèves (média, diaporamas, résumés), les enseignants du groupe contrôle améliorent l'apprentissage des élèves. Ceci avec l'objectif que les élèves réussissent le programme, si ce n'est de faire aussi bien, voire mieux, que les établissements voisins participant en tant que groupe expérimental au projet ProFAN.

Conclusion

Nos travaux ont montré dans quelles circonstances la méthode d'apprentissage coopérative Jigsaw, basée sur l'interdépendance des ressources pédagogiques, était bénéfique aux apprentissages scolaires. A l'issue d'une revue de la littérature systématique des travaux empiriques portant sur Jigsaw (1978-2018), nous avons constaté une discordance entre les effets rapportés de la méthode et la qualité des études : non seulement, les résultats des travaux sont contradictoires, mais certaines études présentent des failles méthodologiques et statistiques importantes. La revue a également permis d'identifier un certain nombre de facteurs susceptibles de moduler et d'expliquer les effets de Jigsaw. Cependant, le rôle de trois prédicteurs majeurs des apprentissages, les buts d'accomplissement de soi, l'estime de soi et la mémoire de travail n'ont jamais été examinés en tant que certains modérateurs et médiateurs potentiels des effets de Jigsaw sur les performances scolaires : dans le cadre de deux expérimentations écologiques, nous avons mis à l'épreuve ces trois prédicteurs, afin de déterminer *quand*, *pour qui* et *comment* la méthode Jigsaw est bénéfique. Nos résultats expérimentaux ont indiqué que Jigsaw présentait un effet uniquement chez les élèves les plus vulnérables, dont les niveaux de motivation, d'estime de soi et les capacités en mémoire de travail étaient les plus faibles. En revanche nos études n'ont pas permis d'identifier des facteurs explicatifs des effets de Jigsaw. L'estime de soi et les buts d'accomplissement de soi, pourtant susceptibles d'augmenter en raison de l'exposition au travail coopératif, n'ont pas évolué au cours du temps, suggérant -dans le cadre d'une étude écologique- que la méthode n'agit pas sur cet ensemble de caractéristiques dispositionnelles.

Références bibliographiques

- Abildgaard, J. S., Saksvik, P. Ø., & Nielsen, K. (2016). How to measure the intervention process? An assessment of qualitative and quantitative approaches to data collection in the process evaluation of organizational interventions. *Frontiers in Psychology, 7*, 1380.
- Akçay, N. O. (2016). Implementation of Cooperative Learning Model in Preschool. *Journal of Education and Learning, 5*(3), 83.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology, 84*, 261–271.
- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J. & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Sage Publishing Company.
- Aronson, E., & Bridgeman, D. (1979). Jigsaw groups and the desegregated classroom: In pursuit of common goals. *Personality and Social Psychology Bulletin, 5*(4), 438–446.
- Aronson, E., & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method* (3rd ed.). London, UK: Pinter & Martin.
- Arslan, A. (2016). Effect of Jigsaw I technique on teaching Turkish grammar. *Educational Research and Reviews, 11*(8), 635–641.
- Artut, P. D., & Tarim, K. (2007). The effectiveness of jigsaw II on prospective elementary school teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 35*(2), 129–141.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences, 4*(11), 417-423.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software, 67*(1), 1-48.
- Lenth, R. (2019). Emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. R package version 1.4.1.
- Baumeister, R. F., Campbell, J. D., Krueger, J. I., & Vohs, K. D. (2003). Does high self-

- esteem cause better performance, interpersonal success, happiness, or healthier lifestyles? *Psychological Science in the Public Interest*, 4, 1-44.
- Baumeister, R. F., Tice, D. M., & Hutton, D. G. (1989). Self-presentational motivations and personality differences in self-esteem. *Journal of Personality*, 57, 547–579.
- Berger, R., & Hänze, M. (2009). Comparison of two small-group learning methods in 12th-grade physics classes focusing on intrinsic motivation and academic performance. In *International Journal of Science Education* (Vol. 31, Issue 11, pp. 1511–1527).
- Bertucci, A., Conte, S., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2010). The impact of size of cooperative group on achievement, social support, and self-esteem. *The Journal of General Psychology: Experimental, Psychological, and Comparative Psychology*, 137(3), 256-272.
- Blaney, N. T., Stephan, C., Rosenfield, D., Aronson, E., & Sikes, J. (1977). Interdependence in the classroom: A field study. *Journal of Educational Psychology*, 69(2), 121–128.
- Booth, M. Z., & Gerard, J. M. (2011). Self-esteem and academic achievement: a comparative study of adolescent students in England and the United States. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 41(5), 629-648.
- Bratt, C. (2008). The Jigsaw classroom under test: no effect on intergroup relations evident. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 18(5), 403–419.
- Bressan, M., Rosseel, Y., & Lombardi, L. (2018). The effect of faking on the correlation between two ordinal variables: Some population and Monte Carlo results. *Frontiers in psychology*, 9, 1876.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and Communication*, Pergamon Press
- Buchs, C., & Butera, F. (2009). Is a partner's competence threatening during dyadic cooperative work? It depends on resource interdependence. *European Journal of Psychology of Education*, 24(2), 145-154.
- Buchs, C., Butera, F., & Mugny, G. (2004). Resource interdependence, student interactions and performance in cooperative learning. *Educational Psychology*, 24(3), 291-314.
- Buisson-fenet, H., & Rey, O. (2016). *Le lycée professionnel : relégué et avant-gardiste ?*. Lyon : ENS Editions.
- Cowan, N. (2005). *Working Memory Capacity*. Hove: Psychology Press
- Cowan N. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223.

- Croizet, J. C., Dutrévis, M., & Désert, M. (2002). Why do students holding non-prestigious high school degrees underachieve at the university? *Swiss Journal of Psychology*, *61*(3), 167–175.
- Crone, T. S., & Portillo, M. C. (2013). Jigsaw Variations and Attitudes About Learning and the Self in Cognitive Psychology. *Teaching of Psychology*, *40*(3), 246–251.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*, 450–466.
- Darnon, B., & Butera, F. (2005). Buts d'accomplissement, stratégies d'étude, et motivation intrinsèque: Présentation d'un domaine de recherche et validation française de l'échelle d'Elliot et McGregor (2001). *L'année psychologique*, *105*(1), 105-131.
- Darnon, C., Buchs, C., & Desbar, D. (2012). The jigsaw technique and self-efficacy of vocational training students: A practice report. *European Journal of Psychology of Education*, *27*(3), 439–449.
- Darnon, C., Dompnier, B., & Poortvliet, P. (2012). Achievement goals in educational contexts: A social psychology perspective. *Social and Personality Psychology Compass*, *6*(10), 760–771.
- Deiglmayr, A., & Schalk, L. (2015). Weak versus strong knowledge interdependence: A comparison of two rationales for distributing information among learners in collaborative learning settings. *Learning and Instruction*, *40*, 69–78.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In H. Spada & P. Reimann (Eds.), *Learning in humans and machine: towards an interdisciplinary learning science* (pp. 189–211). Oxford: Elsevier
- Diseth, Å., & Kobbeltvedt, T. (2010). A mediation analysis of achievement motives, goals, learning strategies, and academic achievement. *British Journal of Educational Psychology*, *80*(4), 671-687.
- Doymus, K. (2007). Effects of a cooperative learning strategy on teaching and learning phases of matter and one-component phase diagrams. *Journal of Chemical Education*, *84*(11), 1857–1860.
- Doymus, K. (2008). Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique. *Research in Science Education*, *38*(2), 249–260
- Doymus, K., Karacop, A., & Şimşek, U. (2010). Effects of jigsaw and animation techniques

- on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. *Educational technology research and development*, 58(6), 671–691.
- Duchesne, S., Larose, S., & Feng, B. (2019). Achievement goals and engagement with academic work in early high school: does seeking help from teachers matter?. *The Journal of Early Adolescence*, 39(2), 222-252.
- Dweck, C. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41, 1040–1048.
- Elliot, A. J. (1999). Approach and avoidance motivation and achievement goals. *Educational Psychologist*, 34, 149–169.
- Elliot, A. J., Aldhobaiban, N., Kobeisy, A., Murayama, K., Gocłowska, M. A., Lichtenfeld, S., & Khayat, A. (2016). Linking social interdependence preferences to achievement goal adoption. *Learning and Individual Differences*, 50, 291–295.
- Elliot, A. J., & Church, M. A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218–232.
- Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1996). Approach and avoidance achievement goals and intrinsic motivation: A mediational analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 461–475.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2 x 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 501-519.
- Elliot, A. J., & Murayama, K. (2008). On the Measurement of Achievement Goals: Critique, Illustration, and Application. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 613–628.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(19), 19–23.
- Ericsson, K.A. and Kintsch, W. (1995) Long-term working memory. *Psychological Review*. 102, 211–245.
- Gathercole, S.E. & Alloway, T.P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. London: Sage
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Willis, C., & Adams, A.-M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(3), 265 – 281.
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3).
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Carter, S. M., & Elliot, A. J. (2000). Short-

- term and long-term consequences of achievement goals: Predicting interest and performance over time. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 316.
- Hansford, B. C., & Hattie, J. A. (1982). The relationship between self and achievement/performance measures. *Review of Educational research*, 52(1), 123-142.
- Hänze, M., & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17(1), 29–41.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Pintrich, P. R., Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2002). Revision of achievement goal theory: Necessary and illuminating. *Journal of Educational Psychology*, 94, 638–645.
- Harter, S. (1982). The perceived competence scale for children. *Child Development*, 53, 87e97
- Harter, S. (1999). *The construction of the self: A developmental perspective*. New York : Guilford Press
- Harter, S. (2012). *Self-perception profile for adolescents: Manual and Questionnaires* (Revision of 1988 manual). Manual, University of Denver.
- Heatherton, T.F. & Polivy, J. (1991). Development and validation of a scale for measuring state self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60, 895–910.
- Karacop, A., & Doymus, K. (2013). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 186–203.
- Houtte, M. V., Demanet, J., & Stevens, P. A. (2012). Self-esteem of academic and vocational students: Does within-school tracking sharpen the difference? *Acta Sociologica*, 55(1), 73–89.
- Huang, Y.-M., Liao, Y.-W., Huang, S.-H., & Chen, H.-C. (2014). A jigsaw-based cooperative learning approach to improve learning outcomes for mobile situated learning. *Educational Technology & Society*, 17(1), 128–140.
- Janssen, J., Kirschner, F., Erkens, G., Kirschner, P. A., & Paas, F. (2010). Making the black box of collaborative learning transparent: Combining process-oriented and cognitive load approaches. *Educational Psychology Review*, 22, 139-154
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid

- intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829-6833.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1985). The internal dynamics of cooperative learning groups. In R. Slavin, S. S. Sharan, S. Kagan, R. H. Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck (Eds.), *Learning to cooperate: Cooperating to learn* (pp. 103–123). New York: Plenum Press
- Johnson, D. W., & Norem-Hebeisen, A. (1977). Attitudes toward interdependence among persons and psychological health. *Psychological Reports*, 40(3), 843-850.
- Kagan. (1985). Dimensions of Cooperative Classroom Structures. In R. Hertz-Lazarowitz, S. Kagan, S. Sharan, R. Slavin & C. Webb (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 67 – 96). Springer Science & Business Media.
- Karacop, A., & Doymus, K. (2013). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 186–203.
- Karau, S. J., & Williams, K. D. (1993). Social loafing: A meta-analytic review and theoretical integration. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 681-706
- Koç, Y., Doymuş, K., Karaçöp, A., & Şimşek, Ü. (2010). The effects of two cooperative learning strategies on the teaching and learning of the topics of chemical kinetics. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2), 52–65.
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). Individual and group-based learning from complex cognitive tasks: Effects on retention and transfer efficiency. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 306–314
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: The collective working-memory effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 615–624.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., & Zambrano, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), 213-233.
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational psychology review*, 21(1), 31-42.
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-

- analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*, *10*, 133–149.
- Latane, B., Williams, K., & Harkins, S. (1979). Many hands make light the work: The causes and consequences of social loafing. *Journal of Social and Personality Psychology*, *37*, 822-832.
- Law, Y. K. (2011). The effects of cooperative learning on enhancing Hong Kong fifth graders' achievement goals, autonomous motivation and reading proficiency. *Journal of Research in Reading*, *34*(4), 402–425.
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, J. H. (1994). Learning science in a cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(10), 1121–1131.
- Lee, Y. kyung, Cho, E., & Roseth, C. J. (2020). Interpersonal predictors and outcomes of motivational profiles in middle school. *Learning and Individual Differences*, *81*.
- Linnenbrink-Garcia, L., Wormington, S. V., Snyder, K. E., Riggsbee, J., Perez, T., Ben-Eliyahu, A., & Hill, N. E. (2018). Multiple pathways to success: An examination of integrative motivational profiles among upper elementary and college students. *Journal of Educational Psychology*, *110*(7), 1026–1048.
- Loose, F., Régner, I., Morin, A. J. S., & Dumas, F. (2012). Are academic discounting and devaluing double-edged swords? Their relations to global self-esteem, achievement goals, and performance among stigmatized students. *Journal of Educational Psychology*, *104*(3), 713–725.
- Lucker, G. W., Rosenfield, D., Sikes, J., & Aronson, E. (1976). Performance in the interdependent classroom: A field study. *American Educational Research Journal*, *13*(2), 115–123.
- Mangard, C., & Channouf, A. (2007). Effets de l'appartenance socioculturelle, du sexe et de la filière de formation de l'élève sur la perception qu'ont les enseignants des causes et sur les décisions de l'orientation : approche socio-cognitive. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, *36*/2, 223–250.
- Marcic, D. (1995). *Organizational Behavior: Experiences and Cases*. West, Minneapolis, MN.
- Marsh, H. W., Craven, R. G., & Martin, A. (2006). What is the nature of self-esteem? Unidimensional and multidimensional perspectives. In M. Kernis (Ed.), *Self-esteem:*

- Issues and answers (pp. 16-25). New York: Psychology Press.
- Marsh, H. W., & O'Mara, A. (2008). Reciprocal effects between academic self-concept, self-esteem, achievement, and attainment over seven adolescent years: Unidimensional and multidimensional perspectives of self-concept. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(4), 542–552.
- Masdonati, J., Lamamra, N., Gay-des-Combes, B., & Puy, J. De. (2007). Les enjeux identitaires de la formation professionnelle duale en Suisse: un tableau en demi-teinte. *Formation Emploi*, 100(4), 15–29.
- Mengduo, Q., & Xiaoling, J. (2010). Jigsaw Strategy as a cooperative learning technique: Focusing on the language learners. *Chinese Journal of Applied Linguistics*, 33(4), 113–125.
- Michinov, N., Jamet, E., Métayer, N., & Le Hénaff, B. (2015). The eyes of creativity: Impact of social comparison and individual creativity on performance and attention to others' ideas during electronic brainstorming. *Computers in Human Behavior*, 42, 57–67.
- Michinov, N. (2012). Is electronic brainstorming or brainwriting the best way to improve creative performance in groups? An overlooked comparison of two idea-generation techniques. *Journal of Applied Social Psychology*, 42.
- Moskowitz, J. M., Malvin, J. H., Schaeffer, G. A., & Schaps, E. (1983). Evaluation of a cooperative learning strategy. *American Educational Research Journal*, 20(4), 687–696.
- Moskowitz, J. M., Malvin, J. H., Schaeffer, G. A., & Schaps, E. (1985). Evaluation of jigsaw, a cooperative learning technique. *Contemporary Educational Psychology*, 10(2), 104–112.
- Nichols, J. D. (1996). The effects of cooperative learning on student achievement and motivation in a high school geometry class. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 467–476.
- Nielsen, K., & Abildgaard J.S. (2013). Organizational interventions: A research-based framework for the evaluation of both process and effects. *Work & Stress*, 27(3), 278–297.
- Nielsen, K., & Miraglia, M. (2017). What works for whom in which circumstances? On the need to move beyond the 'what works?' question in organizational intervention research.

Human Relations, 70(1), 40–62.

- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429–434.
- Paas, F. A., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 28, 1–4.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 1–8.
- Patrick, H., Bangel, N. J., Jeon, K. N., & Townsend, M. A. R. (2005). Reconsidering the issue of cooperative learning with gifted students. *Journal for the Education of the Gifted*, 29(1), 90–108.
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473.
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C. C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., ... Tao, S. (2018). Meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(1), 48–76.
- Pintrich, P. R., Conley, A. M. M., & Kempler, T. M. (2003). Current issues in achievement goal theory and research. *International Journal of Educational Research*, 39(4–5), 319–337.
- Poortvliet, P. M., & Darnon, C. (2010). Toward a more social understanding of achievement goals: The interpersonal effects of mastery and performance goals. *Current Directions in Psychological Science*, 19(5), 324–328.
- Pullmann, H., & Allik, J. (2008). Relations of academic and general self-esteem to school achievement. *Personality and Individual Differences*, 45(6), 559–564.
- Régner, I., & Loose, F. (2006). Relationship of sociocultural factors and academic self-esteem to school grades and school disengagement in North African French adolescents. *British Journal of Social Psychology*, 45(4), 777–797.
- Ren, S., Lai, H., Tong, W., Aminzadeh, M., Hou, X., & Lai, S. (2010). Nonparametric

- bootstrapping for hierarchical data. *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1487–1498.
- Rosenberg, M. (1979). *Conceiving the self*. New York: Basic.
- Roseth, C. J., Lee, Y. K., & Saltarelli, W. A. (2019). Reconsidering Jigsaw social psychology: Longitudinal effects on social interdependence, sociocognitive conflict regulation, motivation, and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 111(1), 149–169.
- Scherrer, V., Preckel, F., Schmidt, I., & Elliot, A. J. (2020, April 1). Development of achievement goals and their relation to academic interest and achievement in adolescence: A review of the literature and two longitudinal studies. *Developmental Psychology*. American Psychological Association Inc.
- Schiano-Lomoriello, S., Cury, F., & Da Fonséca, D. (2005). Développement et validation du questionnaire d'approche et d'évitement en éducation physique et sportive (QAE-EPS). *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 55, 85-98
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An Integrated Process Model of Stereotype Threat Effects on Performance. *Psychological Review*, 115(2), 336–356.
- Slavin, R. E. (2012). Classroom applications of cooperative learning. In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, A. G. Bus, S. Major, & H. L. Swanson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA educational psychology handbook, Vol. 3. Application to learning and teaching* (pp. 359–378). American Psychological Association.
- Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 755–771.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Boston, MA: Allyn and Bacon
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory and research and practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Slavin, R., Hurley, E. A., & Chamberlain, A. (2003). Cooperative learning and achievement: Theory and research. In W. M. Reynolds, & G. E. Miller (Eds.), *Handbook of psychology: Educational psychology* (Vol. 7, pp. 177–198). Wiley
- Slavin, R. (1985). An introduction to cooperative learning research. In R. Hertz-Lazarowitz, S. Kagan, S. Sharan, R. Slavin & C. Webb (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 5–15). Springer Science & Business Media.

- Stasser, G., & Titus, W. (1985). Pooling of unshared information in group decision making: Biased information sampling during discussion. *Journal of Personality and Social Psychology, 48*, 1467–1478
- Stone-Romero, E. F., & Rosopa, P. J. (2010). Research design options for testing mediation models and their implications for facets of validity. *Journal of Managerial Psychology, 25*(7), 697–712.
- Swanson, H. L., & Alloway, T. P. (2012). Working memory, learning, and academic achievement. In K. Harris, T. Urban, & S. Graham (Eds.), *APA educational psychology handbook* (Vol. 1, pp. 327–366). Washington, DC: American Psychological Association.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*, 251-295
- Toma, C., & Butera, F. (2009). Hidden profiles and concealed information: Strategic information sharing and use in group decision making. *Personality and Social Psychology Bulletin, 35*(6), 793–806.
- Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M., & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory, 17*(6), 635–654.
- Valentine, J. C., DuBois, D. L., & Cooper, H. (2004). The relations between self-beliefs and academic achievement: A systematic review. *Educational Psychologist, 39*, 111–133.
- Van Yperen, N. W., Blaga, M., & Postmes, T. (2015). A meta-analysis of the impact of situationally induced achievement goals on task performance. *Human Performance, 28*, 165–182.
- Webb, N. M. (1991). Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for Research in Mathematics Education, 22*, 366– 389.
- Webb, N.M. (1985). Student interaction and learning in small groups: A research summary. In Slavin, R.E., Sharan, S., Kagan, S., Hertz- Lazarowitz, R., Webb, C. & Schmuck, R. (Eds.). *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 147-172). New York: Plenum.
- Willis, S. (1990). Cooperative learning fallout. *Association of Supervision and Curriculum Development. 28*(8), 6-8.

- Yang, Y. T. C., Newby, T., & Bill, R. (2008). Facilitating interactions through structured web-based bulletin boards: A quasi-experimental study on promoting learners' critical thinking skills. *Computers & Education, 50*(4), 1572–1585
- Zambrano, J., Kirschner, F., Sweller, J., & Kirschner, P. A. (2019). Effects of group experience and information distribution on collaborative learning. *Instructional Science, 47*(5), 531–550.
- Mella, N., Pansu, P., Batruch, A., Bressan, M., Bressoux, P., Brown, G., Butera, F., Cherbonnier, A., Darnon, C., Demolliens, M., De Place, A.L., Huguet, P., Jamet, E., Martinez, R., Mazonod, V., Michinov, E., Michinov, N., Poletti, C., Régner, I., Riant, M., Robert, A., Rudmann, O., Sanrey, C., Stanczak, A., Visintin, E., Vives, E., Desrichard, O. (2021). Socio-Emotional Competencies and School Performance in Adolescence: What Role for School Adjustment?. *Frontiers in Psychology, 12*, 3544.
- Ziegler, S. (1981). The effectiveness of cooperative learning teams for increasing cross-ethnic friendship: Additional evidence. *Human Organization, 40*(3), 264–268.

ANNEXES

Annexe 1 – Liste des échelles mesurant les composantes psycho-affectives dans le questionnaire-élève (expérimentation ProFAN)

Estime de soi

Bariaud, F. (2006). Le Self-perception profile for adolescents (SPPA) de S. Harter. Un questionnaire multidimensionnel d'évaluation de soi. *L'orientation scolaire et professionnelle*, (35/2), 282-295.

Perception de soi en Mathématiques et en Français

Harter, S. (1985). *The self-perception profile for children: Revision of the perceived competence scale for children* (Manual). Denver, CO: University of Denver, 574.

Ryan, R. M., & Connell, J. P. (1989). Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A).

Questionnaire d'évaluation des compétences sociales à l'adolescence

Social competence teen survey: mesure développée par Child Trends for the Flourishing Children Project, funded by the Templeton Foundation (www.childtrends.org). Traduit pour les besoins de ProFAN par l'équipe d'Olivier Desrichard.

Questionnaire de perception des compétences sociales

Questionnaire élaboré par Olivier Desrichard (consortium ProFAN) sur la base de la définition des compétences sociales donné par l'OMS et de la BAO.

Motivation aux activités cognitives (MACAQ)

Publication en préparation

Mesure de compétence verbale

Bonnardel, R. 1940-41. Analyse factorielle d'une série de tests verbaux. *L'année psychologique*. Chapitre II-V 1.2C.

Compétences en mathématiques et en français

Janosz, M., Archambault, I., Lacroix, M., & Lévesque, J. (2007). *Trousse d'évaluation des décrocheurs potentiels (TEDP) : Manuel d'utilisation*. Montréal : Groupe de recherche sur les environnements scolaires. Université de Montréal

Comparaison sociale

Gibbons, F. X., & Buunk, B. P. (1999). Individual differences in social comparison: development of a scale of social comparison orientation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(1), 129-142.

Questionnaire d'anxiété scolaire

Pouille, J. (2016). *Perceptions de soi, anxiété et réussite scolaire : l'apprentissage du langage écrit* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).

Échelle de cognition créative

Rogaten, J., & Moneta, G. B. (2015). Development and validation of the short Use of Creative Cognition Scale in studying. *Educational Psychology*, 35, 294–314.

Échelle d'orientation collective

Driskell, J. E., Salas, E., & Hughes, S. (2010). Collective orientation and team performance: Development of an individual differences measure. *Human factors*, 52(2), 316-328.

Théorie implicite de l'intelligence

Da Fonseca, D., Cury, F., Bailly, D., & Rufo, M. (2004). Théories implicites de l'intelligence et buts d'accomplissement scolaire. *Annales Médico Psychologiques*, 162, 703-710

Buts d'accomplissement de soi

Darnon, C., & Butera, F. (2005). Buts d'accomplissement, stratégies d'étude, et motivation intrinsèque : présentation d'un domaine de recherche et validation française de l'échelle d'Elliot et McGregor (2001). *L'Année Psychologique*, 105, 105-131.

Croyance en la méritocratie scolaire

Wiederkehr, V., Bonnot, V., Krauth-Gruber, S., & Darnon, C. (2015). Belief in school meritocracy as a system-justifying tool for low status students. *Frontiers in Psychology*, 6, 1053.

Questionnaire de sensibilité à l'erreur

Extraite de l'échelle de perfectionnisme négatif, Seidah, A., Bouffard, T., & Vezeau, C. (2002). Measurement of perfectionism: Validation of the French-Canadian version of the positive and negative perfectionism scale. *Canadian journal of behavioural science-revue canadienne des sciences du comportement*, 34(3), 168-171.

Questionnaire de sentiment d'imposteur scolaire

Bouffard, T., Chayer, M. H., & Sarrat-Vézina, É. (2011). Validation d'un questionnaire du sentiment d'imposture pour enfants et adolescents (QSIEA). *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 43(1), 13.

Questionnaire d'adaptation au collège (CAQ)

Dahmus, S., Bernardin, H. J., & Bernardin, K. (1992). Student Adaptation to College Questionnaire. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*.

Perception d'insatisfaction parentale

Items élaborés par l'Unité de recherche sur l'affectivité, la motivation et l'apprentissage scolaires (URAMAS), Université du Québec à Montréal.

Pression parentale

Items élaborés par l'Unité de recherche sur l'affectivité, la motivation et l'apprentissage scolaires (URAMAS), Université du Québec à Montréal. Aimer l'école ou pas

Climat de classe

Williams, G. C., & Deci, E. L. (1996). Internalization of biopsychosocial values by medical students: a test of self-determination theory. *Journal of personality and social psychology*, 70(4), 767.

Autorégulation

9 items adaptés de Pintrich, P. R., Smith, D., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Technical Report 91-B-004). The Regents of the University of Michigan.

Empathie

Gilet, A. L., Mella, N., Studer, J., Grünh, D., & Labouvie-Vief, G. (2013). Assessing dispositional empathy in adults: A French validation of the Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 45(1), 42.

Annexe 2 – Echelle mesurant les buts d’accomplissement de soi

Merci d’indiquer dans quelle mesure chacune de ces propositions est vraie pour vous.

Q1. *Il est important pour moi de mieux réussir que les autres élèves.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. *Il est important pour moi de bien réussir comparativement aux autres dans ce cours.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. *Mon but dans ce cours est d’avoir de meilleures notes que la plupart des élèves.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. *Je m’inquiète de ne pas apprendre autant que je le pourrais dans ce cours.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q5. *Parfois j’ai peur de ne pas comprendre le contenu de ce cours de manière aussi approfondie que je le souhaiterais.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q6. *Je suis parfois soucieux(se) du fait que je pourrais ne pas apprendre tout ce qu'il y a à apprendre dans ce cours.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q7. *Je veux apprendre autant que possible de ce cours.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q8. *C'est important pour moi de comprendre le contenu de ce cours de façon aussi approfondie que possible.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q9. *Je désire maîtriser complètement le contenu de ce cours.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q10. *Je veux seulement éviter d'échouer dans ce cours.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q11. *Mon but dans ce cours est d'éviter de mal réussir.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q12. *Ma peur d'échouer dans ce cours est souvent ce qui me motive.*

1 = Pas du tout vrai pour moi	2	3	4	5	6	7 = très vrai pour moi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annexe 3– Echelle mesurant l'estime de soi

Consigne :

Dans cette partie, tu vas devoir dire comment tu es.

Pour cela nous te proposons des phrases qui décrivent des jeunes d'une certaine façon ou bien de la façon opposée.

Par exemple : certains jeunes aiment aller au cinéma < > d'autres jeunes détestent aller au cinéma.

À chaque fois, tu dois dire si tu es plutôt d'un côté (ceux qui aiment aller au cinéma) ou de l'autre(ceux qui détestent ça).

Pour cela coche l'une des cases qui séparent les deux descriptions opposées sur une même ligne.

Estime de soi

	Tout à fait comme moi	Un peu comme moi			Un peu comme moi	Tout à fait comme moi
Q1.		Certains jeunes sont souvent déçus d'eux-mêmes	MAIS	D'autres jeunes sont assez satisfaits d'eux-mêmes		
Q2.		Certains jeunes n'aiment pas la façon dont ils mènent leur vie	MAIS	D'autres jeunes aiment la façon dont ils mènent leur vie		
Q3.		Certains jeunes sont la plupart du temps contents d'eux-mêmes*	MAIS	D'autres jeunes sont mécontents d'eux-mêmes		
Q4.		Certains jeunes aiment le genre de personne qu'ils sont*	MAIS	D'autres jeunes aimeraient être quelqu'un d'autre		
Q5.		Certains jeunes sont très heureux comme ils sont*	MAIS	D'autres jeunes voudraient être différents		
Q6.		Certains jeunes trouvent difficile de se faire des ami(e)s	MAIS	D'autres jeunes trouvent assez facile de se faire des ami(e)s		
Q7.		Certains jeunes ont beaucoup d'ami(e)s*	MAIS	D'autres jeunes n'ont pas beaucoup d'ami(e)s		
Q8.		Certains jeunes sont un peu plus difficiles à aimer	MAIS	D'autres jeunes sont vraiment faciles à aimer		
Q9.		Certains jeunes sont populaires auprès des autres jeunes de leur âge*	MAIS	D'autres ne sont pas très populaires		
Q10.		Certains jeunes se sentent acceptés par les autres personnes de leur âge*	MAIS	D'autres jeunes souhaiteraient que plus de personnes de leur âge les acceptent		
Q11.		Certains jeunes ont l'impression d'être prêts à assumer un travail à temps partiel*	MAIS	D'autres jeunes ont l'impression qu'ils ne sont pas tout à fait prêts à assumer un emploi à temps partiel		
Q12.		Certains jeunes trouvent qu'ils n'ont pas assez de compétences pour bien réussir dans un emploi	MAIS	D'autres jeunes pensent qu'ils ont assez de compétences pour bien réussir un emploi		
Q13.		Certains jeunes ont l'impression qu'ils sont assez vieux pour obtenir et garder un emploi*	MAIS	D'autres jeunes pensent qu'ils ne sont pas assez vieux pour obtenir et garder un emploi		
Q14.		Dans un emploi, certains jeunes ont l'impression qu'ils pourraient faire un meilleur travail	MAIS	Dans un emploi, d'autres jeunes ont l'impression qu'ils font un bon travail		
Q15.		Certains jeunes ont l'impression qu'ils sont vraiment capables de bien gérer leur travail dans un emploi*	MAIS	D'autres jeunes se demandent s'ils accomplissent le travail qu'ils ont à faire pour leur emploi aussi bien qu'ils le devraient		

* items inversés.

Annexe 4 – Exemple de compte-rendu chercheurs lors les visites des équipes dans les établissements (expérimentation ProFAN)

<p>Compte rendu des visites Lycées dans l'Académie de Toulouse</p> <p>Lycées Professionnels Pardailhan (Auch) et Casteret (St-Gaudens)</p> <p>17-18 Janvier 2019</p> <p>Equipe LPC, Aix-Marseille Université</p>

Contexte : lors de la rencontre avec l'équipe pédagogique du lycée Pardailhan (G2), 6/27 enseignants PROFAN sont présents ; 10/11 enseignants sont présents lors de la réunion au lycée Casteret (G1). Mr Duchiron (IEN) nous accompagne les deux jours. Très bon accueil dans les deux établissements.

Planning des rencontres :

Jeudi 17 janvier 2019	Lycée Pardailhan – Auch
13h30-14h	Accueil au salon du Pardailhan par l'équipe de direction et le référent établissement
14h00-15h00	1ère séance Mme Pablo (enseignante P8013) avec les élèves de 1 PRO C (commerce) de 14h à 15h en salle B21 info
15h00-16h00	2ème séance M. Duran (mathématiques) avec des élèves de TPROST (terminales ASSP) de 15h à 16h en salle IF1 info
16h00-17h00	Rencontre avec le proviseur adjoint, le référent et les enseignants impliqués dans l'expérimentation

Vendredi 18 janvier 2019	Lycée Norbert Casteret – Saint-gaudens
8H00	Accueil en salle 105
8h30-11h00	Séance PROFAN TCOM Enseignement professionnel avec Mme Fourquet-Mader et Mr Wilhelm en salles 207 et 208
11h00-12h15	Rencontre avec l'équipe pédagogique PROFAN et le référent établissement en salle 105
12h15-13h15	Rencontre avec l'Equipe de Direction.
13h15	Déjeuner au self

A) La grille d'observation sur la plateforme n'est pas visible par les professeurs des disciplines Pro une fois la séquence terminée

Vérification faite online avec les enseignants: alors même que la séquence est terminée (et a été validée sur la plateforme), la grille n'apparaît pas pour les disciplines Pro, alors qu'elle apparaît pour les maths et le français. Ceci a conduit les établissements à construire l'idée que la grille d'observation ne concernait que les matières générales.

➔ Ce point a été traité le jour même par M. Demolliens (informée par téléphone), qui a demandé qu'une alerte soit systématiquement visible à la fin de chaque séquence pour que les enseignants n'oublient pas, i) de cliquer sur "terminer" pour clore la séquence, ii) de télécharger la grille d'observation, iii) et de faire un ticket si la grille n'apparaît pas.

Suggestion: Pour éviter de perdre des informations extrêmement utiles, demander aux enseignants qui n'ont pas rempli la grille de le faire *a posteriori*.

B) Complexité et longueur du matériel pédagogique

Quelles que soient les disciplines, les enseignants s'accordent pour dire que les contenus des ressources pédagogiques sont trop difficiles et les textes trop longs. Les élèves ayant de grandes difficultés de lecture et des lacunes en vocabulaire, il est difficile de respecter le timing des séances. Cela amène les enseignants à opter pour certaines stratégies, dont voici quelques exemples:

- Certains donnent plus de temps aux élèves pour lire individuellement les textes et accordent ensuite moins de temps pour le travail de groupe afin de tenir la séance de 3h.
- D'autres enseignants impriment les documents de la plateforme pour les élèves, car l'ordinateur entrave le travail de déchiffrage et allonge le temps de lecture.
- En maths, certains enseignants font cours, avant la séquence, sur le contenu pédagogique de la séquence et délivrent les documents PROFAN afin de familiariser les élèves au contenu à venir. D'autres documents sont aussi créés pour mieux préparer les élèves à la séquence PROFAN.

Dans le timing des séances, il n'est pas prévu de pause, laquelle serait d'ailleurs incompatible avec la possibilité d'aller au bout d'une séance de 3h. Les élèves sont privés de récréation, ce qui pose des problèmes d'attention et de discipline.

C) Pourquoi ne pas évaluer les travaux de groupes ?

Certains enseignants ont décidé de faire une évaluation du travail de groupe afin de valoriser le travail collectif réalisé par les élèves. En effet, les élèves ne comprennent pas pourquoi ils sont amenés à travailler en groupe puisqu'au final, l'évaluation est individuelle.

D) Inégalités du matériel et de l'agencement des classes (ordinateurs, salles informatiques)

Disposition des postes informatiques en îlots *versus* en ligne contre le mur (rendant le travail de groupe extrêmement difficile). Pas de standardisation des conditions de travail en groupe. La configuration des salles peut gêner le travail collectif.

E) Interprétation des consignes en G1 et G2

En G1, les enseignants se sentent bridés dans les interventions qu'ils peuvent avoir avec les élèves durant la séquence : ils ont compris qu'ils n'avaient pas le droit d'intervenir et que le groupe d'experts devait se débrouiller tout seul. Les élèves se plaignent de ce manque d'interaction avec leurs enseignants et demandent si ProFAN sert à remplacer les enseignants par le numérique.

A l'inverse, en G2, les enseignants sont très actifs et interactifs avec les élèves: ils passent de groupes en groupes et donnent des feedbacks aux élèves.

Observations faites au Lycée Pardailhan (G2) – Première Commerce

Contexte : 1^{ère} séance de la séquence commerce

- Le contenu étant assez dense, les instructions de la séance sont celles de l'option B (un chapitre par groupe, car il n'était pas possible d'avoir une analyse séquentielle des documents). Malgré cela, les enseignants ont jugé le contenu de certains chapitres toujours trop denses et trop complexes et ont pris l'initiative de **rediviser le chapitre entre les élèves au sein d'un même groupe**. → sorte de version beta de Jigsaw sans le groupe expert ?
- Certains élèves affectés à un groupe ne respectent pas cette affectation et passent beaucoup de temps à aller aider les élèves d'un autre groupe.
- Les enseignants changent l'affectation du contenu aux élèves en fonction de leurs difficultés.
- Lors des séquences pro, une classe de 24 est généralement divisée en deux, avec un professeur par demi-classe dans deux salles différentes. La plateforme ne tient pas compte de cette division et crée aléatoirement des groupes de 6 élèves sur la base de la classe entière. Chaque enseignant se retrouve avec deux groupes de 6 et estime que ces groupes sont trop volumineux pour travailler correctement.
- Difficultés techniques liées à la plateforme pour affecter une activité à chaque élève. L'un deux n'a pas pu travailler pendant la première heure de cours.
- **Problèmes techniques liés au réseau numérique de l'établissement Pardailhan:** L'activité BAO est compliquée à réaliser en raison des problèmes liés à l'interconnexion entre les ordinateurs. Ce problème est spécifique à l'architecture réseau du lycée (IP flottante..., Une seule adresse pour le lycée). Les ordinateurs ne parvenant pas à se connecter les uns aux autres, les enseignants sont contraints d'arrêter les BAO au bout d'une heure. L'activité a pu être rattrapée à la rentrée 2018, mais certains élèves ont quitté l'établissement entre temps.

Observations faites au Lycée Casteret (G1) – Terminale Commerce

- **Les élèves experts sont dépossédés de leur expertise.** En effet, à l'issue du groupe expert, un document de synthèse de l'activité est réalisé sur ordinateur et celui-ci est accessible par tous les membres du groupe puzzle via la plateforme. Les experts présents dans le groupe puzzle ne sont donc plus obligés d'expliquer oralement ce qu'ils ont appris à leurs camarades, tout le monde peut lire le document précédemment produit. L'accès à ces documents sur la plateforme est autorisé pour tout le groupe Jigsaw, ce qui ne devrait pas être possible.
- Un enseignant de commerce qui participe à ProFAN a été formé à la méthode Jigsaw à l'ESPE. Il l'applique donc depuis des années à ses classes.
- La référente ProFAN du lycée est également enseignement ProFAN en ASSP.

BRIBES D'ENSEIGNANTS RECCUEILLIES DURANT LA RENCONTRE AVEC LES EQUIPES PEDAGOGIQUES

« Pourquoi le lycée Casteret et pas un autre ? »

« Les professeurs ont le sentiment d'être des exécutants, qu'on leur vole leur métier de prof. »

« Je ne suis pas convaincue par l'expérimentation, j'ai dû faire de la remédiation, on ne peut pas se permettre de passer 15h sur une séquence vu qu'il y a le BAC à la fin de l'année. »

« J'ai le sentiment de fausser l'expérimentation en intervenant dans les groupes, donc je ne suis pas du tout intervenu et du coup, l'évaluation était catastrophique. »

« J'ai fait un partage arbitraire au niveau des groupes. »

Au sujet des documents en mathématiques : *« les docs sont chiadés, ils sont super bien faits »*

« Les profs de lycée pro sont ouverts à ça [des méthodes d'apprentissage en groupes], ils sont partants. »

« À-t-on le droit de récupérer les documents des séquences pour nos autres cours ? »

« À quoi ça sert tout ça ? dans le secteur pro on forme déjà les étudiants à travailler en groupe. »

Réflexion d'un élève *« Tout ceci est intéressant, mais n'est-ce pas trop ambitieux pour des élèves de pro ? »*

Les élèves à un professeur : *« C'est quoi le but ? c'est qu'il n'y ait plus d'enseignants et qu'on ne vous paye plus ? »*

→ Les enseignants ont construit l'idée que ProFAN est une expérience sur l'impact du numérique sur les apprentissages. Autrement dit, la plateforme est pour eux supposée jouer un rôle majeur lors de l'apprentissage pendant les séquences. Or ils sont déçus, car celle-ci ne sert qu'à délivrer des documents, créer des groupes et à enregistrer les productions des élèves. Ceci peut expliquer pourquoi ils ont redonné des fonctionnalités à la plateforme (i.e. lecture des synthèses individuelles lors du groupe jigsaw).

→ Difficulté à écrire au clavier pour la BAO, les chats mettent du temps à s'organiser.

EN RESUME, PLUSIEURS REQUETES ET REMARQUES

- Il serait nécessaire de mettre en place une pause pour les élèves. Prévoir de l'inscrire dans la feuille de route.
- Envoyer les documents des séquences pédagogiques sur la plateforme en amont, afin que les professeurs puissent en prendre connaissance.
- Envoyer le calendrier des séquences pédagogiques en amont : AVRIL/MAI car il faut prévoir ensuite les périodes de stages.
- Prévoir moins de lecture à l'écran et des textes moins longs à lire en raison des lacunes des élèves en vocabulaire et en temps de lecture.
- Réduire la complexité et la longueur du contenu pédagogique, car élèves comme enseignants sont stressés par le timing.
- Grande sollicitation des enseignants pour recevoir les résultats de l'expérimentation, et surtout recevoir un bilan en fonction de la réalité de leur établissement (et pas seulement un bilan national).
- Pas d'accès par l'IEN à la plateforme pour vérifier si les enseignants ont bien clôturé les séquences, rempli les questionnaires etc.
- Problème de redistribution de l'argent ProFAN au sein des lycées : la formule IMP est trop rigide car incompatible avec tous les statuts des personnes (les DDFPT, AED TICE), qui, au sein des lycées contribuent fortement à la mise en place de ProFAN. Cette requête avait déjà été formulée lors de la réunion à Montpellier, mais depuis aucun retour ni changements.
- Difficultés à gérer la constitution des groupes en raison d'un important absentéisme.
- Problèmes de conflits de dates, en lien avec les stages.

Annexe 5 – Exemple de consignes pour l'organisation pédagogique d'une séquence en mathématiques (expérimentation ProFAN)



Classe puzzle

Première bac pro « Statistique à une variable »

Niveau : Première bac pro

Module : Statistique à une variable

Capacités et connaissances visées :

Interpréter des indicateurs de tendance centrale et de dispersion ;

Calculer, à l'aide des TIC, indicateurs de tendance centrale : médiane, quartiles, moyenne ;

Calculer, à l'aide des TIC, indicateurs de dispersion : étendue, écart-type, écart interquartile ;

Lire un diagramme en boîte à moustaches.

Compétences développées : Les compétences de la [grille nationale](#) de mathématiques et de sciences physiques ; s'approprier (APP), analyser-raisonner (RAI), réaliser (REA), valider (VAL) et communiquer (COM).

Organisation de la classe : groupes de 4 élèves

Matériels : ordinateurs munis d'un tableur (au moins deux par groupe de quatre)

Phases	Contenu	Ressources	Durée et compétences développées
<p>Phase 0</p> <p>Présentation du projet et des ressources utiles</p>  <p>Groupe « classe »</p>	<p>Séance d'introduction (en groupe classe) – Présentation du projet « surpoids et obésité » et les ressources utiles.</p> <p>Idéalement, cette séance peut être coanimée par un enseignant de biotechnologie et de mathématiques. Pour la filière ASSP, cette séance peut être organisée dans le cadre de l'EGLS. Ce projet s'insère dans la prévention et la lutte contre le surpoids et l'obésité.</p> <p>Les élèves, dans un premier temps, individuellement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ lisent et s'approprient les documents ressources ; ✓ répondent à un questionnaire pour vérifier l'appropriation des éléments principaux des documents. <p>Dans un second temps, la mise en commun par groupe des réponses à ce questionnaire constituera la base d'un échange collectif entre le (les) enseignant(s) et la classe.</p> <p>L'animation des échanges permettra de faire émerger la nécessité d'apporter des expertises pour compléter un diaporama autour du thème de l'obésité :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ les notions de centiles, de quartiles (25^e centile ou 75^e centile) et de médiane (50^e centile) utilisées sur les courbes de corpulence. <p>Deux méthodes expertes seront proposées : <i>formules du tableur</i> et <i>rangement ordonné des données par ordre croissant</i> ;</p>	<p>Documents ressources et questionnaire dans le dossier phase 0.</p> <p><u>Fichiers :</u></p> <p><i>Phase0_Surpoids_Obésité.pdf</i></p> <p><i>Phase0_questionnaire.pdf</i></p>	<p> 2 heures</p> <p>Compétences développées : APP COM</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ les notions de <i>moyenne et d'écart-type</i> (σ) sur les courbes de croissance concernant la taille ✓ <i>La mise en œuvre d'un algorithme</i> pour déterminer le nombre d'élèves en situation de surpoids et en situation d'obésité dans le collège étudié (à partir des données anonymées d'une enquête statistique). 		
<p>Phase 0 (suite)</p> <p>Appropriation des activités expertes et du travail à faire en groupe « puzzle »</p>  <p>Groupes « puzzle »</p>	<p>Mise en situation (collective en groupes « puzzle » établis par la plateforme)</p> <p>Communication des modalités et objectifs du projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - présenter les nouvelles modalités pédagogiques et le rôle de chacun pour une interdépendance positive ; - former chaque membre du groupe à l'une des expertises repérées lors de la séance d'introduction ; - compléter un diaporama répondant à un cahier des charges. - Pour chacun des membres du groupe puzzle, affectation des expertises : <ul style="list-style-type: none"> ○ Expert 1 : méthode de détermination (à l'aide des formules du tableur) de la médiane et des quartiles. Un prolongement sera réalisé pour calculer les centiles à l'aide du tableur. ○ Expert 2 : méthode de détermination (à l'aide d'un rangement ordonné des données par ordre croissant) des quartiles et de la médiane. Méthode de lecture d'un diagramme en boîte à moustaches. ○ Expert 3 : méthode de détermination de la moyenne et de l'écart-type à l'aide des formules du tableur. ○ Expert 4 : Compréhension et utilisation d'un algorithme <p>Le professeur prend connaissance du diaporama qui devra être complété. L'appropriation de la fiche « expert » attribuée à chaque membre du groupe puzzle se fait individuellement.</p>	<p>Fichiers : Phase1_Activite_1.pdf Enquete_college.xlsx</p> <p>Fichier : Phase1_Activite_2.pdf Liens vidéo : médiane.mp4 quartiles.mp4 boites à moustaches.mp4</p> <p>Fichiers : Phase1_Activite_3.pdf Taille.xlsx (.ods) Maternite.xls Lien vidéo : comment calculer une moyenne simple à l'aide d'un tableur.mp4</p> <p>Fichiers : Phase1_Activite_4.pdf Pourcentage_reussite.xlsx</p> <p>Fichiers : Phase2_Diaporama-surpoids_et_obesite.pptx (.docx) (.odt) (.pdf)</p>	<p>APP</p>

<p>Phase 1</p> 	<p>Formation des experts (en groupes « expert »)</p> <p>- Réalisation des activités « Expert » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Expert 1 : méthode de détermination (à l'aide des formules du tableur) de la médiane et des quartiles. Un prolongement sera réalisé pour calculer 	<p><u>Fichiers :</u> Phase1_Activite_1.pdf Enquete_college.xlsx</p>	 2 heures RAI – REA VAL -COM
---	--	---	--

<p>Groupes « expert »</p>	<p><i>les centiles à l'aide du tableur.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Expert 2 : méthode de détermination (à l'aide d'un rangement ordonné des données par ordre croissant) des quartiles et de la médiane. Méthode de lecture d'un diagramme en boîte à moustaches. ○ Expert 3 : méthode de détermination de la moyenne et de l'écart-type à l'aide des formules du tableur. ○ Expert 4 : Utilisation d'un algorithme donné sous la forme d'un organigramme. <p>- Synthèse pour préparer le retour en groupe puzzle : Dans chacun des groupes d'experts, les élèves font le point sur ce qui est retenu (qu'ai-je appris ? qu'ai-je appris à faire ?) – Vérification par le professeur. Cette synthèse servira à l'expert pour former les autres élèves du groupe puzzle.</p>	<p><u>Fichier :</u> <i>Phase1_Activite_2.pdf</i> <u>Liens vidéo :</u> <i>médiane.mp4</i> <i>quartiles.mp4</i> <i>boites à moustaches.mp4</i></p> <p><u>Fichiers :</u> <i>Phase1_Activite_3.pdf</i> <i>Taille.xlsx (.ods)</i> <i>Maternite.xls</i> <u>Lien vidéo :</u> <i>comment calculer une moyenne simple à l'aide d'un tableur.mp4</i></p> <p><u>Fichiers :</u> <i>Phase1_Activite_4.pdf</i> <i>Pourcentage_reussite.xlsx</i></p>	<p>REA - VAL COM</p> <p>REA - VAL COM</p> <p>RAI – COM</p> <p>APP COM</p>
<p>Phase 2</p>  <p>Groupe « puzzle »</p>	<p>Mise en commun des expertises et élaboration du diaporama (en groupes « puzzle »)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chaque expert forme les membres du groupe puzzle sur les notions travaillées - Le groupe complète de manière coopérative le diaporama. 	<p><u>Fichiers :</u> <i>Phase0_Surpoids et obésité.pdf</i> <i>Phase2_Diaporama-surpoids_et_obesite.pptx (.docx)(.odt) (.pdf)</i></p> <p><i>Enquête_college.xlsx</i> <i>Tailles filles.pdf</i> <i>Tailles garçons.pdf</i></p>	<p> 2 heures</p> <p>RAI COM – REA VAL</p>
<p>Phase 3</p>  <p>Groupe « classe »</p>	<p>Évaluation individuelle à la fin de la séquence d'expérimentation ProFAN</p> <p>Évaluation de fin de séquence d'expérimentation (grille d'évaluation nationale) à réaliser en classe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer et utiliser des indicateurs : quartiles, médiane, moyenne et écart-type - Lire un diagramme en boîte à moustache - Utilisation d'un algorithme donné 	<p><u>Fichiers :</u> <i>Phase3_Evaluation.pdf</i> <i>Notes-classes.xls</i></p>	<p> 1 heure</p> <p>APP – RAI REA VAL COM</p>

	sous la forme d'un organigramme		
<p>Phase 4</p>  <p>Groupe</p> <p>« classe »</p>	<p>Compléments (cette phase est facultative et n'entre pas dans l'expérimentation « ProFAN »)</p> <p><i>Cette séance peut être coanimée par un enseignant de biotechnologie et de mathématiques (pour la filière ASSP, cette séance peut être organisée dans le cadre de l'EGLS).</i></p> <p><i>Elle a pour but d'apporter des compléments permettant de prévenir et de lutter contre les surpoids et l'obésité.</i></p> <p><i>(Activités portant sur la dépense énergétique, les besoins nutritionnels, les apports énergétiques et les apports nutritionnels conseillés)</i></p>		

Annexe 6 – Grille d’interview pour les référents académiques (expérimentation ProFAN)

Académie :

Lycée :

Filière(s) :

Nom du chercheur :

Nom du référent :

Qualité du référent (chef d’établissement, chef de travaux ...):

Guide d’entretien G1

« Bonjour, nous vous contactons car vous êtes référent et collaborateur du projet ProFAN. Vous avez joué un rôle essentiel dans la mise en place du dispositif et c’est la raison pour laquelle nous aimerions revenir avec vous sur la manière dont les choses se sont passées dans votre lycée. Nous sommes au terme de l’expérimentation compte tenu de ce que nous sommes en train de vivre avec le confinement. Je m’adresse à vous pour recueillir des informations qui permettent de compléter les données recueillies dans votre établissement, en particulier sur la manière dont ProFAN (groupe G1) a été mis en œuvre dans votre établissement et comment les enseignants ont vécu l’implantation du dispositif. »

Avant de commencer, pourriez-vous me dire si vous avez été référent depuis le début du projet, ou en cours de projet ?

Date : ou

Année 1 : oui non

Année 2 : oui non

Année 3 : oui non

Vous est-il arrivé de réunir les professeurs pour parler de ProFAN ?

Année 1 : oui non

Année 2 : oui non

Année 3 : oui non

Globalement les enseignants vous ont-ils fait part de difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des séquences pédagogiques telles que prévues pour G1 (difficultés

organisationnelles et pédagogiques indépendamment des difficultés techniques)? Précisez si c'est pour les 3 années et éventuellement dans quelle matière en particulier, sur une échelle de 1 à 5.

Année 1 :

Français : mal passé bien passé

Maths : mal passé bien passé **PRO :** mal passé
 bien passé

Année 2 :

Français : mal passé bien passé

Maths : mal passé bien passé **PRO :** mal passé
 bien passé

Année 3 :

Français : mal passé bien passé

Maths : mal passé bien passé **PRO :** mal passé
 bien passé

Commentaires :

.....
.....
.....
.....
.....

« Il se pourrait que d'une matière ou d'une filière à une autre, les consignes fournies aux enseignants n'aient pas été toutes strictement suivies pour des raisons qui peuvent tenir par exemple à la spécificité et à la difficulté des contenus étudiés. »

1. Selon vous, les enseignants ont-ils mis leurs élèves au travail en petits groupes (4 à 5 élèves) ? Précisez si c'est pour toutes les matières ou pour une ou plusieurs matières en particulier, si c'est pour les 3 années?

Si non : on s'arrête là car cela correspond à G3 et on invite le référent à développer pour le vérifier / si oui on passe à la question suivante pour différencier entre G1 et G2

Année 1 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 2 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 3 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Commentaires :

.....
.....
.....
.....
.....

2. Selon vous, ont-ils donné à chaque membre du groupe un support différent pour travailler ou ont-ils donné tout le matériel à tous les membres du groupe ? Précisez si c'est pour toutes les matières ou pour une ou plusieurs matières en particulier, si c'est pour les 3 années?

Si G1 a été respecté, réponses pour la 1ère partie de la question « support différent »

Année 1 :

Français : support différent tout je ne sais pas

Maths : support différent tout je ne sais pas

PRO : support différent tout je ne sais pas

Année 2 :

Français : support différent tout je ne sais pas

Maths : support différent tout je ne sais pas

PRO : support différent tout je ne sais pas

Année 3 :

Français : support différent tout je ne sais pas

Maths : support différent tout je ne sais pas

PRO : support différent tout je ne sais pas

Commentaires :

.....
.....
.....
.....
.....

3. Selon vous, est-il arrivé que les enseignants aient préalablement à la séance remis l'ensemble de ce matériel à tous les élèves ? Précisez si c'est pour toutes les matières ou pour une ou plusieurs matières en particulier, si c'est pour les 3 années?

Année 1 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 2 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 3 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Commentaires :

.....
.....
.....

.....
.....
4. Selon vous, ont-ils placé les élèves dans une situation leur permettant d'acquérir une expertise avec d'autres élèves d'un autre groupe avant de retourner dans leur groupe initial ? Précisez si c'est pour toutes les matières ou pour une ou plusieurs matières en particulier, si c'est pour les 3 années?

Année 1 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 2 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 3 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Commentaires :

.....
.....
.....
.....
.....

5. Selon vous, chaque membre du groupe a pu participer au travail de groupe et a pu contribuer en fonction de son expertise à réaliser la tâche, soit spontanément, soit après incitation des enseignant.e.s ?

Année 1 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 2 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Année 3 :

Français : oui non je ne sais pas

Maths : oui non je ne sais pas

PRO : oui non je ne sais pas

Commentaires :

.....
.....
.....
.....
.....

Annexe 7 – Grille d’observation Post-Séquence Maths (expérimentation ProFAN)

- Merci d’indiquer les dates...
 - de démarrage de la séquence pédagogique (..../..../....)
 - de fin de la séquence pédagogique (..../..../....)
 - de passation de l’évaluation sommative individuelle (..../..../....)
- Un volume horaire était indiqué pour cet enseignement, peut-être n’avez-vous pas eu la possibilité de le respecter. Merci d’indiquer quel volume horaire exactement avez-vous alloué à l’ensemble de la séquence hors évaluation sommative et hors compléments (phase 5) (.....h.....min)
- La séquence pédagogique a-t-elle été coupée par une période de vacances scolaires ? (oui/non)
Si oui, merci d’indiquer la période concernée? (de .../.../... à .../.../...)
- Les élèves ont-ils manifesté des difficultés de compréhension sur le mode d’organisation pédagogique mis en place pour l’ensemble de la séquence ? (échelle 1 à 7 : pas du tout/ énormément)
- Avez-vous eu des problèmes techniques dans l’utilisation de la plateforme ? (échelle 1 à 7 : pas du tout/ énormément)
si oui, lesquels ?.....
- Combien de fois avez-vous dû éventuellement modifier la constitution des groupes d’élèves tirés au sort par la plateforme (entier)
Pour quelle(s) raison(s) (Problème de gestion des absents, incompatibilité entre certains élèves du même groupe etc...)?
- Les élèves étaient-ils à l’aise avec l’utilisation de la plateforme ? (échelle 1 à 7 : pas du tout/ énormément)
- Les élèves ont-ils travaillé...
 - En groupe, avec chaque membre du groupe sur la totalité des méthodes (0 à 100% du temps sur l’ensemble de la séquence)
 - En groupe, avec l’ensemble des membres du groupe sur une seule et même méthode (0 à 100% du temps sur l’ensemble de la séquence)
 - En groupe, avec chaque membre du groupe sur une méthode différente (0 à 100% du temps sur l’ensemble de la séquence)

- Individuellement (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)
- En classe entière (0 à 100% du temps sur l'ensemble de la séquence)

Assurez-vous de ne pas dépasser 100% sur les 4 réponses au total

- Avez-vous des remarques sur le travail des élèves (indiquez brièvement tout ce qui vous viendrait spontanément à l'esprit)?
- Pensez-vous que le mode d'organisation pédagogique mis en place pour l'ensemble de la séquence est efficace pour l'apprentissage des élèves (échelle de 1 à 7 : pas du tout d'accord/ absolument d'accord)
- Les élèves étaient-ils motivés par ce mode d'organisation? (échelle 1 à 7 : pas du tout/ énormément)
- Êtes-vous satisfait(e) vous-même de ce mode d'organisation? (échelle 1 à 7 : pas du tout/ énormément)

Annexe 8 – Résultats des tests de l’invariance de la mesure au cours du temps pour les échelles mesurant les buts d’accomplissement de soi et l’estime de soi.

Modèle	χ^2	df	$\Delta \chi^2$	Δdf	Δp	CFI	ΔCFI	RMSEA
Estime de soi								
Configural	428.65	27	-	-	-	.95	-	.130
Loadings	428.65	27	0.000	0	-	.95	.000	.130
Intercepts	452.08	45	23.424	18	= .174	.95	.001	.102
Means	452.08	45	0.000	0	-	.95	.000	.102
Buts d’accomplissement								
Configural	1365.6	48	-	-	-	.90	-	.178
Loadings	1365.6	48	0.000	0	-	.90	.000	.178
Intercepts	1401.9	72	36.373	24	= .050	.89	.001	.146
Means	1401.9	72	0.000	0	-	.89	.000	.146

Annexe 9 – Table S1. Overview of the 58 included articles in the review.

Characteristics of the population (sample size, age, grade, and country), experimental design (pre- and posttest, duration of the implementation, version of Jigsaw, type of control condition are reported.

SECTION	TOPIC	STUDY	PARTICIPANTS	EXPERIMENTAL DESIGN	MEASURES 1. Academic performance 2. Socio-affective measures	ACADEMIC PERFORMANCE RESULTS	SOCIAL MEASURES RESULTS
Sciences	Physics	Berger & Hänze (2009)	N = 286; 12th grade; age = 17-18; Germany	Quasi expe; crossover design; prepost; duration: 2 sessions (3/4 hours); 2 conditions: Jigsaw vs. Cyclical Rotation (CR)	1. Open-ended questions 2. Learning experience (social relatedness, experience of competence & autonomy, intrinsic motivation)	Interaction effect between condition & subject topics (electron microscope : CR > Jigsaw, microwave oven : Jigsaw > CR)	No difference between conditions on social relatedness & intrinsic motivation; Jigsaw is favourable for experience of competence, but not for feeling of autonomy.
Sciences	Physics	Berger & Hänze (2015)	N = 129; 12th grade; age = 17-18; Germany	Quasi expe; crossover design; prepost; duration: 2 sessions (3/4 hours); 2 conditions: Jigsaw experts vs. Jigsaw novices	1. Open-ended questions 2. Cognitive Demand; Teaching Quality	Higher scores of Jigsaw experts than Jigsaw novices on subtopics in physics. Effects of expert teaching quality	***
Sciences	Physics	Hänze & Berger (2007)	N = 137; 12th grade; age = 17-18; Germany	Quasi expe; prepost; duration: 2 sessions (3/4 hours); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Open-ended questions 2. Academic self-concept; Academic goal orientation	No difference between conditions on academic performance; improvement in learning experience in junior school students	Mediation effect: Jigsaw increased experience of competence which increases academic performance; Low self-concept

							students improved performance; Girls increased feeling of competence
Sciences	Physics	Koc, Doymus, Karacop, & Şimşek (2010)	N = 106; undergraduate students; age = 19; Turkey	Quasi expe; prepost; duration: 4 weeks (4hours/week); 3 conditions: Subject Jigsaw vs. Group Investigation vs. Traditional class	Multiple-choice questions test	Both Group Investigation & Subject Jigsaw improved performance in chemistry; Jigsaw condition was more successful in reading & interpreting graphs than both controls	***
Sciences	Physics	Ural, Ercan & Gençoglan (2017)	N = 49; 6th grade; age = 12; Turkey	Expe; prepost; duration: 6 weeks; 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions test 2. Science learning motivation scale; Science class attitudes scale; Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw improved achievement scores in physics in middle school students	Students reported higher intrinsic motivation & positive views about Jigsaw

Sciences	Chemistry	Doymus (2007)	N = 108; undergraduate students; age = NA; Turkey	Expe; prepost; duration: 3 weeks (2hours/week); 2 conditions : Subject Jigsaw vs. Traditional class	Multiple-choice questions test	Subject Jigsaw improved students' performance in chemistry	***
Sciences	Chemistry	Doymus (2008)	N = 68; undergraduate students; age = NA; Turkey	Expe; posttest; duration: 5 weeks (NA); 2 conditions: Subject Jigsaw vs. Traditional class	Multiple-choice questions & open-ended questions tests	Subject Jigsaw improved students' performance in chemistry	***
Sciences	Electrochemistry	Doymus, Karacop, & Şimşek (2010)	N = 122; undergraduate students; age = NA; Turkey	Expe; prepost; duration: 5 weeks (NA); 3 conditions: Subject Jigsaw vs. Animation group (AG) vs. Traditional class	Open-ended questions test	AG outperformed Jigsaw condition; Jigsaw had better understanding of electrochemical issues than controls	***
Sciences	Chemistry	Karacop & Doymus (2013)	N = 115; undergraduate students; age = NA; Turkey	Quasi expe; posttest; duration: 5 weeks (6 X2 hours sessions); 3 conditions: Subject Jigsaw vs. Animation group vs. Traditional class	Multiple-choice & open-ended questions tests	AG outperformed Subject Jigsaw in conceptual understanding (open-ended questions); Subject Jigsaw improved performance in chemistry on	***

						multiple-choice questions in comparison to traditional class only.	
Sciences	Biochemistry	Mutlu (2018)	N = 52; undergraduate students; age = NA; Turkey	Quasi expe; prepost; duration: 9 weeks (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Team-Game-Tournament (TGT)	Open-ended questions test	Jigsaw outperformed TGT condition in understanding hormone biochemistry subject topics	***
Sciences	Chemistry	Tarhan & Acar Sesen (2012)	N = 38; undergraduate students; age = 18-19; Turkey	Quasi expe; prepost; duration: 1 session (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice & open-ended questions tests 2. Semi-structured interviews	Jigsaw improved students' conceptual understanding in chemistry	Students reported positive views about Jigsaw
Sciences	Chemistry	Tarhan, Ayyıldız, Ogunc, & Acar Sesen (2013)	N = 61; 6th grade; age = 12; Turkey	Quasi expe; prepost; duration: 2 weeks (4 hours/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions with open-ended part 2. Semi-structured interviews	Jigsaw improved middle school students' achievement in chemistry	Students reported positive views about Jigsaw

Sciences	Biology	Lazarowitz, Hertz-Lazarowitz, & Baird (1994)	N = 120; 11-12th grades; age = 16-18; USA	Quasi expe; prepost; duration: 5 weeks (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-questions test about subunits; Essay 2. Self-esteem; Attitudes toward biology; Friendships & classroom climate	Jigsaw improved high school student's performance in biology on multiple-choice questions (marginal effect); no difference between conditions on the essay	Increase of self-esteem & number of friends; no effect on classroom climate neither on attitudes toward biology
Sciences	Biology	Roseth, Lee, & Saltarelli (2018)	N = 258; undergraduate students; age = 18-24; USA	Expe; prepost; duration: 14 weeks (8 x 75 minutes); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple questions test 2. Cooperation, motivation & sociocognitive conflict regulation surveys	Jigsaw improved undergraduate students' achievement scores in biology	Increase over time in academic achievement was associated with an increase in epistemic regulation but decrease in relational regulation
Sciences	Biology	Slis (2005)	N = 52; undergraduate students; age = NA; USA	Quasi expe; prepost; duration: 1 full semester (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Multiple-choice questions & essays	No difference between conditions in biology achievement among students	***

Sciences	Biology	Walker & Crogan (1998)	N = 103; 4-5-6th grades; age = 9-11; Australia	Quasi expe; prepost; duration: 3-4 weeks (60-90 mintes per day/week); 3 conditions: Jigsaw vs. Cooperative learning vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions 2. Self-esteem; Sociometric class survey; Social-distance; Stereotypes	Jigsaw improved elementary school performance in biology	Increase of self-esteem & liking for school (non-significant); Jigsaw enhanced liking of ingroup & outgroup peers; reduction of social distance & prejudice toward Asians & European-Australian
Sciences	Botanics	Moreno (2009)	N = 87; undergraduate students; age = 24; USA	Expe; prepost; duration: 1 session (60 minutes); 3 conditions: Jigsaw vs. Cooperative learning vs. Traditional class	1. Retention & Problem solving tests 2. Learning perception scale	No difference between the three conditions on the retention test; control conditions outperformed Jigsaw on problem solving test; Jigsaw students produced more consensual statements than elaborative statements; Jigsaw produced higher cognitive load ratings	***

Sciences	Mathematics	Artut & Tarim (2007)	N = 81; prospective elementary school teachers (PTs); age = NA; Turkey	Quasi expe; prepost; duration: 9 weeks (NA); 2 conditions: Jigsaw II vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions 2. Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw II improved PTs achievement in mathematics; no difference between low vs. medium vs. high PTs achievers in Jigsaw II condition	Students reported positive views about Jigsaw & higher levels of responsibility; 53% reported lack of comprehension of the topics
Sciences	Mathematics	Deiglmayr & Schalk (2015)	N = 78; undergraduate students; age = 24; Switzerland	Expe; prepost; duration: 1 session (2.5 hours); 2 conditions: Jigsaw weak-knowledge interdependence vs. Jigsaw strong-knowledge interdependence	Application test & transfer task (problem solving)	Jigsaw weak-knowledge interdependence condition improved low prior knowledge learners' transfer performance	***
Sciences	Mathematics & reading	Moskowitz, Malvin, Schaeffer, & Schaps (1983)	N = 261; 5-6th grades; age = 10-11; USA	Expe; prepost; duration: 1 year (2 hours/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Stanford Achievement Test (reading & mathematics) 2. Self-reports: affective teaching climate; classroom climate; attitudes toward school; academic & social self-esteem; attitudes toward	No difference between conditions on reading & mathematics' achievement in elementary school students	No increase in effect on school attitudes & self-concept; classroom climate is reported as less competitive

					peers; locus of control		
Sciences	Mathematics & reading	Moskowitz, Malvin, Schaeffer, & Schaps (1985)	N = 384; 5th grade; age = 10; USA	Expe; prepost; duration: 24 weeks (2 hours/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Stanford Achievement Test (reading & mathematics) 2. Self-esteem scale	Traditional class outperformed Jigsaw in mathematics; no difference between conditions on reading achievement in elementary school students	Jigsaw girls had greater self esteem than control girls; Jigsaw boys had lower social self-esteem than control boys
Sciences	Statistics	Perkins & Saris (2001)	N = 55; undergraduate students; age = NA; USA	Quasi-expe; within-subject design; prepost; duration: 1 year (NA); Jigsaw	1. Worksheets & individual conceptual test 2. Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw improved students' performance in statistics	Students reported positive views about Jigsaw
Sciences	Geometry & Astronomy	Souvignier & Kronenberger (2007)	N = 208; 3rd grade; age = 8; Germany	Quasi expe; prepost; delayed posttest; duration: 6 weeks (6 X 45 min); 3 conditions: Jigsaw vs. Jigsaw + questioning vs. Traditional class	Open-ended questions tests	In maths units, no difference between conditions; In astronomy, traditional class outperformed Jigsaw; No difference between conditions on	***

						delayed retention tests	
Sciences	Mathematics	Tran & Lewis (2012)	N = 80; undergraduate students; age = 22; Vietnam	Quasi expe + control; prepost; delayed posttest; duration: 7 weeks (6 X 150 min); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions test 2. Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw had positive effects on both immediate & delayed tests in mathematics achievement	Students reported positive views about Jigsaw
Literature, Arts, & Social Sciences	Grammar	Arslan (2016)	N = 56; 8th grade; age = 13; Turkey	Quasi expe; prepost; duration: 3 weeks (3 X 3 hours); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions 2. Attitudes toward Turkish course	No effect of Jigsaw in Turkish grammar learning in middle school students	No effect on attitudes toward Turkish course
Literature, Arts, & Social Sciences	Literature	Göçer (2010)	N = 60; 11th grade; age = 16-17; Turkey	Expe; prepost; duration: 3 weeks (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Open-ended questions 2. Interviews about Jigsaw	Jigsaw improved teaching of literary genres in high school students	Students & teachers reported positive views about Jigsaw

Literature, Arts, & Social Sciences	Literature	Law (2011)	N = 279; 5th grade; age = 10; China	Quasi expe; prepost; delayed posttest; duration: 5 sessions (5 X 5 hours), 3 conditions: Jigsaw vs. Drama group vs. Traditional class	1. Reading comprehension; Written expression 2. Achievement goal orientation ; Autonomy; Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw improved elementary school students' reading comprehension on both post & delayed test compared to drama and traditional conditions.	Jigsaw students had higher mastery goals than traditional class; No effect on performance-approach & performance-avoidance goals; No effect on degree of autonomy; Better perceptions of learning with Jigsaw
Literature, Arts, & Social Sciences	Literature	Sahin (2010)	N = 80; undergraduate students; age = NA; Turkey	Expe; prepost; delayed posttest; duration: 6 weeks (6 X 4 hours); 2 conditions: Jigsaw II vs. Traditional class	1. Open-ended questions 2. Attitudes toward written expression; Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw II improved knowledge about written expression in both post- & delayed tests	Students reported positive views about Jigsaw & positive attitudes toward written expression
Literature, Arts, & Social Sciences	Literature	Sahin (2011)	N = 71; 6th grade; age = 11; Turkey	Expe; prepost; delayed posttest; duration: 6 weeks ; 2 conditions: Jigsaw III vs. Traditional class	1. Open-ended questions 2. Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw III improved elementary school students' knowledge about written expression in both post- & delayed tests	Students reported positive views about Jigsaw

Literature, Arts, & Social Sciences	English (EFL)	Evcim & İpek (2013)	N = 48; undergraduate students; age = NA; Turkey	Expe; posttest; duration: 1 week (3 sessions); 2 conditions: Jigsaw II vs. Traditional class	Multiple-choice questions	Jigsaw II improved students' achievement in English	***
Literature, Arts, & Social Sciences	English (EFL)	Ghaith & El-Malak (2004)	N = 48; undergraduate students; age = 17-19; Lebanon	Expe; prepost; duration: 5 weeks (3 X 55 min/week); 2 conditions: Jigsaw II vs. Traditional class	Literal & higher order comprehension questions	Jigsaw II improved EFL students' higher order reading comprehension in English	***
Literature, Arts, & Social Sciences	English (EFL)	Gömleksiz (2007)	N = 66; undergraduate students; age = 21; Turkey	Quasi expe; prepost, delayed posttest; duration: 4 weeks (2hours/week); 2 conditions: Jigsaw II vs. Traditional class	1. Vocabulary test 2. Attitudes toward English	Jigsaw II improved students' vocabulary knowledge & active-passive voice learning in English in both post- & delayed tests	Jigsaw students reported positive views toward learning English and better interactions
Literature, Arts, & Social Sciences	English (EFL)	Rimani Nikou, Alavinia, & Karimzadeh (2013)	N = 32; students from english language institute; age = 14-18; Iran	Expe; prepost; duration: 6 weeks (3 sessions/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Oral proficiency & speaking comprehension tests	Jigsaw improved intermediate EFL learners' oral proficiency & speaking skills	***

Literature, Arts, & Social Sciences	English (EFL)	Shaaban (2006)	N = 44; 5th grade; age = 11-12; Lebanon	Quasi expe; posttest; duration: 8 weeks (10 X 60 min/week); 2 conditions: Jigsaw II vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions 2. Motivation to read scale	No difference between conditions on vocabulary acquisition & reading comprehension in EFL learners	Jigsaw II increased EFL learners' perceptions of the value of reading, reading self-concept, & overall motivation to read
Literature, Arts, & Social Sciences	Economics	Basyah, Muslem, & Usman (2018)	N = 60; 11th grade; age = 16-17; Indonesia	Quasi expe; prepost; duration: 14 weeks (1 hour/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Essays	Jigsaw improved high school students' performance in economics	***
Literature, Arts, & Social Sciences	Cognitive psychology	Crone & Portillo (2013)	N = 70; undergraduate students, age = 26; USA	Quasi expe; prepost; duration: 1 semester (75 minutes); 3 conditions: Jigsaw full schedule vs. Jigsaw reduced schedule vs. Traditional class	1. Final exam score 2. Academic self-efficacy	No difference between the three conditions in final scores in psychology students	Jigsaw conditions reported more confidence in their ability to teach; Jigsaw full-time schedule increased both self-efficacy and self-esteem.

Literature, Arts, & Social Sciences	Education	Hornby (2009)	N = 44; undergraduate students; age = 22; England	Expe; prepost; duration: 1 session (2 hours); 2 conditions: Workshop with Jigsaw II vs. Workshop	1. Multiple-choice questions 2. Attitude toward learning strategies	Jigsaw II improved students' performance after a workshop presentation	Students reported positive views about Jigsaw & the Workshop
Literature, Arts, & Social Sciences	Geography	Huang, Liao, Huang, & Chen (2014)	N = 63; undergraduate students; age = NA; Taiwan	Expe; prepost; duration: 1 session (3 hours); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions; 2. Perceptions of social interactions; attitudes toward Jigsaw	Jigsaw improved low & medium achievers students' performance in geography	High-achievers preferred individual learning, whereas medium & low-achievers preferred Jigsaw
Literature, Arts, & Social Sciences	Education	Kilic (2008)	N = 80; undergraduate students; age = NA; Turkey	Expe; prepost; duration: 3 weeks (full weeks) 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Multiple-choice questions	Jigsaw improved students' achievement in education topic test	***
Literature, Arts, & Social Sciences	History	Lucker et al. (1976)	N = 303; 5-6th grades; age = 10-11; USA	Quasi expe; field study; prepost; duration: 2 weeks (45 minutes everyday/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Open-ended questions	Improvement in performance with Jigsaw was linked to improvement of minorities' performance	***

Literature, Arts, & Social Sciences	History	Yapici (2016)	N = 53; 7th grade; age = 12; Turkey	Quasi expe; prepost; delayed posttest; duration: 3 weeks (3hours/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions & retention tests 2. Attitude toward Jigsaw	Jigsaw improved middle school students' performance in social sciences in both post & delayed retention tests	Students reported positive views about Jigsaw
Literature, Arts, & Social Sciences	Geography	Ziegler (1981)	N = 146; 5-6th grades; age = 10-11; Canada	Quasi expe; posttest; duration: 8 weeks (120 minutes/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Open ended questions 2. Sociometric survey; Attitude toward social diversity	Jigsaw improved performance in geography in middle school students	Increase of cross-ethnic friendships
Professional domains	Medicine	Desforges et al. (1991)	N = 95; undergraduate students; age = NA; USA	Expe; posttest; duration: 1 session (2hours); 3 conditions: Jigsaw vs. Cooperative learning vs. Traditional class	1. Recall test 2. Attitudes toward a minority	No difference between the three conditions on students' recall test	Jigsaw reduces prejudice : decrease of negative attitudes toward former mental patients
Professional domains	Nursing	Lai & Wu (2006)	N = 99; 4th year nursing students; age = NA; Taiwan	Quasi expe; prepost; duration: 3 weeks (3 hours/week); 2 conditions: Jigsaw on handheld (PDA) vs. Jigsaw classroom (non-PDA)	1. Drawing concept maps 2. Attitudes toward Jigsaw; Nature of students' interactions; Attitudes toward learning activities; Observation of	Jigsaw PDA had better map conceptions than original Jigsaw classroom (non-PDA)	Jigsaw PDA increased the perception of social interactions between students

					interactive behaviours; Student's interactions perceptions		
Professional domains	Videogames	Nebel et al. (2017)	N = 56; high school students; age = 17; Germany	Expe; prepost; duration: 1 session (90 minutes); 2 conditions : Jigsaw vs. Voluntary cooperation	Overall speaking time & explanations; cognitive load; efficiency learning; gaming performance; reading & elaboration	Jigsaw increased performance that in turns, enhanced efficiency learning. Mental effort was more important with Jigsaw but did not decrease performance; no effect on overall speaking time but higher numbers of explanations was given with Jigsaw	***
Professional domains	Computer sciences	Parsazadeh, Ali, & Rezaei (2018)	N = 67; 2nd year undergraduate students; age = NA; Malaysia	Quasi expe; prepost; duration: 1 session (180 minutes); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Multiple-choice questions & essay	Jigsaw (as a mobile application) improved students skills in evaluation of websites & their knowledge about cybersecurity	***

Professional domains	Dental education	Sagsoz, Karatas, Turel, Yildiz, & Kaya (2017)	N = 50; 3rd year odontology students; age = NA; Turkey	Expe; prepost; delayed posttest; duration: 3 weeks (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Multiple-choice questions	No difference between conditions on students' dental care performance; Jigsaw condition had better effects on delayed retention test	***
Professional domains	Dental education	Suárez-Cunqueiro et al. (2017)	N = 109; 5th year odontology students; age = NA; Spain	Quasi expe; posttest; duration: 3 months (NA); Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple choice & open-ended questions; Resolution of clinical cases & continuous evaluation of the clinical practice 2. Attitudes toward Jigsaw	Jigsaw improved students' achievement in both academic & practical dental education	Attendance to final exam was higher with Jigsaw; Students reported positive views about Jigsaw & declared it was more effortful than usual
Professional domains	Pharmacy	Wilson, Pegram, Battise, & Robinson (2017)	N = 88; undergraduate pharmacy students; age = 24; USA	Quasi expe; prepost; duration: 1 semester (NA); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	1. Multiple-choice questions 2. Attitudes toward Jigsaw	Traditional class outperformed Jigsaw pharmacy students; no difference between conditions on the "in-class project" performance neither on final exam score.	Students favored the Jigsaw method over traditional lecture

Professional domains	Design	Zacharia, Xenofontos, & Manoli (2011)	N = 38; 7th grade; age = 14; Cyprus	Quasi expe; prepost; duration: 6 sessions (90 minutes); 2 conditions: Jigsaw vs. Cooperative group	1. Close & open-ended questions 2. Social interactions	No difference between conditions in middle school students	Mistrust issues in the Jigsaw condition
Social Measures	Social Sciences & mathematics	Blaney et al. (1977)	N = 304; 5th grade; age = 10; USA	Quasi expe; prepost; duration: 6 weeks (3 X 45 minutes/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Peer liking; Liking for school; Self-esteem; Sociometric scale	***	Jigsaw improved self esteem, liking for school & liking for classmates
Social Measures	NA	Bratt (2008)	Study I: N = 68; 6th grade; age = 11; Study II: N = 164; 8-10th grade; age = 14; Norway	Quasi expe; prepost; duration study I: 7 weeks (2 hours/week); duration study II: 8 weeks (1 or 2 hours/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Study I: intergroup attitudes; attitudes toward classmates & school; empathy; intergroup friendship. Study II: intergroup attitudes; intergroup friendship; intergroup identity; empathy	***	No effect on intergroup relationships; Decrease of empathy levels

Social Measures	Social Sciences	Bridgeman (1981)	N = 120; 5th grade; age = 10; USA	Quasi expe; prepost; duration: 8 weeks (NA); 3 conditions: Jigsaw vs. innovative learning vs. Traditional class	Perspective taking; Moral dilemmas	***	Increase of role taking perspective; No effects on moral reasoning
Social Measures	Mathematics & french	Darnon, Buchs, & Desbar (2012)	N = 33; vocational training students; age = 18; France	Expe; prepost; duration: 4 sessions (4 X 2 hours); 2 conditions: Jigsaw vs. Traditional class	Self-efficacy scale	***	Increase of academic self-efficacy in mathematics and reading (marginal effect)
Social Measures	Computer sciences	Huang, Huang, & Yu (2011)	N = 115; undergraduate students; age = NA; Taiwan	Expe; prepost; duration: 1 semester (3 hours/week); 2 conditions: Blog-based Jigsaw vs. Jigsaw	Perceptions of social interactions; Attitudes toward Jigsaw	***	Increase of social interactions & positive views about Jigsaw
Social Measures	NA	Santos Rego & Moledo (2005)	N = 250; secondary school students; age = 12-14; Spain	Quasi expe; prepost; duration: 1 year; 2 conditions: Jigsaw vs. Control (no further details)	Intercultural attitudes	***	No difference in cultural attitudes

Social Measures	Geometry	Sengul & Katranci (2014)	N = 33; 7th grade; age = NA; Turkey	Expe; within-subject design; prepost; duration: 1 session (4 hours); Jigsaw	Attitudes toward mathematics	***	No difference in attitudes toward mathematics
Social Measures	Biology	Theobald, Eddy, Grunspan, Wiggins, & Crowe (2017)	N = 684; from 1st to 5th year undergraduate students; age = 18-24; USA	Quasi expe; prepost; duration: 1 trimester (4 X 50 minutes/week); 2 conditions: Jigsaw vs. Single group activity	Perception of group dynamics	***	Students were less likely to agree that someone dominated their group; Jigsaw can help to reduce inequality among groups