



HAL
open science

Étude de l'influence des fonctions exécutives sur la réalisation de puzzles

Céline Cambula

► **To cite this version:**

Céline Cambula. Étude de l'influence des fonctions exécutives sur la réalisation de puzzles. Education. 2021. dumas-03683285

HAL Id: dumas-03683285

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03683285>

Submitted on 31 May 2022

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

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

Année universitaire 2020-2021

Master *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*

Mention *Premier degré*

Étude de l'influence des fonctions exécutives sur la réalisation de puzzles

Présenté par Céline CAMBULA

Mémoire de M2 encadré par Jérôme CLERC

Sommaire

Introduction.....	1
I Les fonctions exécutives et les puzzles.....	2
1 Les fonctions exécutives.....	2
1.1 : Définitions.....	2
1.1.1 : Mémoire de travail.....	2
1.1.2 : Flexibilité cognitive.....	3
1.1.3 : Inhibition.....	3
1.2 : Évolution des fonctions exécutives.....	4
1.3 : Mesure de ces fonctions chez les enfants de maternelle.....	5
1.3.1 : Difficultés d'évaluation des fonctions exécutives chez les enfants de maternelle.....	5
1.3.2 : Exemples de tests de mesure.....	5
1.4 : Les fonctions exécutives dans le milieu scolaire.....	7
1.4.1 : Utilité des fonctions exécutives.....	7
1.4.2 : Déficit des fonctions exécutives.....	7
2 : Les puzzles.....	8
2.1 : Définition.....	8
2.2 Profils des individus qui réalisent le puzzle.....	8
2.3 Procédures utilisables pour compléter un puzzle.....	9
2.3.1 : Stratégies générales.....	9
2.3.2 : Stratégies de positionnement des pièces.....	10
2.4 : Le puzzle à l'école.....	10
3 : Les relations entre les puzzles et les fonctions exécutives.....	11
II : Problématique.....	12
III Méthodologie.....	13
1 : Participants.....	13
2 : Tests utilisés.....	14
2.1 : Test de mesure de la mémoire de travail.....	14
2.1.1 : Empan spatial inverse.....	14
2.1.2 : Empan de chiffres inverse.....	14
2.1.3 : Empan de mots inverse.....	15
2.2 : Tests de mesure de la flexibilité.....	15
2.2.1 Dimensional Change Card Sort (DCCS).....	15
2.2.2 : Trails-P.....	16
2.3 : Tests de mesure de l'inhibition.....	17
2.3.1 : Test TEGP.....	17
2.4 Test de mesure de performance aux puzzles.....	18
IV : Analyse des données et résultats.....	19
Moyenne et écarts-types des différents résultats obtenus.....	19
Corrélations et régressions entre les différentes fonctions exécutives et la résolution de puzzle.....	20
1 : Analyse de régression entre inhibition et temps mis au puzzle.....	20
2 : Analyse de régression entre mémoire de travail et temps mis au puzzle.....	21
3 : Analyse de régression entre flexibilité et temps mis au puzzle.....	22
4 : Étude du lien entre les tentatives d'emboîtement erronées et les autres variables.....	23
5 : Corrélation entre les différentes variables.....	24
V : Discussion.....	24
Limites de l'étude et perspectives.....	26
Apports du mémoire à la pratique professionnelle.....	28
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	30

Introduction

Le puzzle est une activité qui peut être pratiquée à tous les âges. Il peut être considéré comme une simple activité récréative pour certains, pour d'autres le puzzle est considéré comme une activité ayant de nombreux bénéfices, notamment éducatifs. Dans le cadre éducatif, le puzzle est considéré comme une tâche de résolution de problèmes. Il est d'ailleurs régulièrement proposé par les enseignants de maternelle, notamment au moment de l'accueil. Différentes stratégies de résolution plus ou moins efficaces ont été observées aussi bien chez les enfants de maternelle que chez les plus âgés. En effet les stratégies de résolution véritablement efficaces ne sont que très rarement enseignées.

Les fonctions exécutives sont des processus cognitifs qui ont été beaucoup étudiés notamment chez les adultes mais aussi chez les enfants, ceci afin d'étudier le développement et l'évolution de ces processus au fil du développement de l'individu. De nombreuses études ont montré que les fonctions exécutives étaient impliquées dans la réalisation de tâches complexes ou de tâches nouvelles. Le puzzle est une activité raisonnée c'est-à-dire qu'elle nécessite d'être réalisée de manière rationnelle pour pouvoir être menée à bien, ce n'est pas une activité que l'on réussit par hasard (Cordier & Pestel, 1986). Nous pouvons ainsi qualifier la réalisation d'un puzzle de tâche complexe. Nous pouvons donc supposer que les fonctions exécutives sont impliquées dans la réalisation de puzzles. L'objectif de cet écrit réflexif est ainsi de savoir s'il existe une corrélation ou une régression entre la performance à la réalisation de puzzles et les performances aux tests de mesure des fonctions exécutives.

Nous allons d'abord définir ce que sont les fonctions exécutives et ce qu'elles permettent dans le cadre scolaire, nous précisons aussi les enjeux de la tâche que représente le puzzle pour des enfants d'âge préélémentaire. Nous présenterons ensuite les différents tests réalisés ainsi que les méthodes utilisées pour cette étude, et nous en présenterons les résultats. Nous terminerons cet écrit par une discussion permettant de répondre aux problématiques énoncées mais aussi d'établir les apports de cette étude ainsi que ses limites.

I Les fonctions exécutives et les puzzles

1 Les fonctions exécutives

1.1 : Définitions

Les fonctions exécutives ont été définies par Miyake et al (2000) cités par Chevalier (2010) comme « l'ensemble des processus permettant à un individu de réguler de façon intentionnelle sa pensée et ses actions afin d'atteindre des buts ». Duval, Bouchard et Pagé (2017) complètent cette définition en citant Diamond (2016). Ils ajoutent qu'elles sont mobilisées dans des situations nouvelles et non routinières ou lors de la réalisation d'une tâche complexe. Selon Roy, Le Gall, Roulin et Fournet (2012) il existe plusieurs types de fonctions exécutives comme la planification, l'abstraction, la résolution de problèmes, le contrôle attentionnel, l'inhibition, la flexibilité cognitive ou encore la mémoire de travail. Dans cette étude nous allons nous concentrer uniquement sur la mémoire de travail ainsi que sur l'inhibition et la flexibilité cognitive, qui sont considérées comme les principales fonctions exécutives. Selon Roy (2015 b) les fonctions exécutives sont divisées en deux catégories selon le contexte dans lequel elles sont utilisées. Il existe les fonctions dites « cold » que l'on peut traduire par froides et qui sont utilisées dans des situations faisant appel avant tout à des ressources de raisonnement logique, sans composante affective. C'est le cas de la mémoire de travail, la flexibilité et l'inhibition. Par opposition certaines fonctions exécutives font appel au versant affectif et sont qualifiées de « hot » que l'on peut traduire par chaudes.

1.1.1 : Mémoire de travail

Chevalier (2010) définit la mémoire de travail comme « un système dévolu au maintien et au traitement simultanés d'informations utiles à la réalisation d'activités cognitives complexes ». Il s'appuie sur le modèle de Baddeley et Hitch (1974) pour distinguer quatre composantes de la mémoire de travail :

- Le calepin visuospatial qui est la fonction qui permet de maintenir en mémoire les informations spatiales et visuelles.
- La boucle phonologique qui permet de maintenir les informations verbales. Elle permet aussi d'augmenter la durée de rétention des informations grâce à une fonction d'autorépétition.

- Le buffer épisodique qui permet l'intégration des informations contenues provenant des deux composantes citées précédemment ainsi que de la mémoire à long terme. Il permet donc de faire le lien entre ces informations de différents types (Barouillet & Camos, 2007) .
- L'administrateur central qui est chargé du contrôle des informations et de leur traitement.

La mémoire de travail peut donc stocker des informations de type phonologique mais aussi visuelles et spatiales. Elle est aussi caractérisée par une courte durée de rétention des informations ainsi que par un nombre limité d'informations en mémoire en même temps. Ce nombre est variable selon les individus et est nommé empan.

1.1.2 : Flexibilité cognitive

La flexibilité cognitive est définie par Perret (1999) cité par Clément (2006) comme la «capacité à appliquer de manière contrôlée, différents modes de traitement à une même situation, afin de s'orienter vers le plus efficace compte tenu des caractéristiques de la tâche ». Elle complète cette citation en ajoutant que c'est aussi la capacité qu'ont les individus de s'adapter et d'élaborer de nouvelles procédures dans des situations nouvelles, lorsque les procédures existantes ne sont pas efficaces pour produire une réponse adaptée à la situation.

Il existe ainsi deux types de flexibilité cognitive (Eslinger et Grattan, 1993 cités par Clément, 2006) :

- La flexibilité réactive qui est active lorsque l'environnement change et que l'individu doit ainsi changer de procédure pour avoir une réponse adaptée aux nouvelles contraintes de la tâche.
- La flexibilité spontanée qui est active lorsque l'individu alterne entre différentes procédures de lui-même, sans que l'environnement ne le contraigne au changement.

1.1.3 : Inhibition

L'inhibition représente la capacité que possède l'individu de réprimer volontairement une réponse automatique inadaptée à la situation. Elle permet aussi de supprimer les informations distrayantes et non pertinentes pour l'atteinte d'un but (Chevalier, 2010 citant Simpson & Riggs, 2007).

Selon le modèle de Hasher, Zacks et May (1999), il existerait trois fonctions de l'inhibition qui seraient reliées directement à la mémoire de travail :

- Fonction de filtrage (access function) : cette fonction a pour rôle de filtrer les éléments non pertinents pour la tâche ou les représentations activées automatiquement afin de ne pas les encoder en mémoire de travail.
- Fonction de suppression (deletion function) : cette fonction a pour rôle de supprimer les informations en mémoire de travail devenues non pertinentes pour la tâche.
- Fonction de restriction (restraint function) : cette fonction a pour rôle d'empêcher le déclenchement d'une réponse prédominante, ainsi les réponses alternatives peuvent aussi être prises en compte par l'individu.

Il existe selon Chevalier et Blaye (2006), qui citent Kipp Harnishfeger (1995) et Niggs (2000), deux types d'inhibition :

- L'inhibition motrice : elle consiste à se retenir de faire une ou une séquence d'actions.
- L'inhibition conceptuelle : elle permet de bloquer d'anciennes représentations du stimulus pour réinterpréter le stimulus de manière plus pertinente.

1.2 : Évolution des fonctions exécutives

Selon Duval, Montminy et Gaudette-Leblanc (2018) qui citent Diamond (2016), la période de la vie la plus critique pour le développement des fonctions exécutives est la période de 3 à 6 ans. Cette période correspond à la période préélémentaire, c'est-à-dire à la période à laquelle l'enfant évolue à l'école maternelle. Cette période est aussi celle durant laquelle se développe le cortex préfrontal (Duval et al, 2018 citant De Luca et Leventer, 2008), qui est la zone du cerveau dans laquelle se trouvent les fonctions exécutives. Les fonctions exécutives se développent graduellement durant l'enfance et cela jusqu'à l'âge adulte.

Selon Duval et al (2017) qui citent Hongwanishkul et al (2005), la mémoire de travail se développe considérablement entre les âges de 3 à 5 ans ainsi qu'entre 5 à 11 ans. Les capacités d'inhibition commencent à se développer dès les premiers mois de la vie et connaissent une amélioration graduelle jusqu'à l'âge de 5 ans (Duval et al, 2017 citant Garon, Bryson et Smith, 2008). La flexibilité mentale, elle, se développe très vite entre 3 et 5 ans (Duval et al, 2017 citant Atance & O'Neill, 2001).

Selon plusieurs auteurs, dont Chevalier (2010), le développement des différentes fonctions exécutives est lié au développement de la mémoire de travail. De nombreux auteurs

comme Roy (2015a), suggèrent que les fonctions exécutives seraient indifférenciées entre 2 et 5 ans. Une individualisation de l'inhibition et de la mémoire de travail puis de la flexibilité viendrait ensuite progressivement.

1.3 : Mesure de ces fonctions chez les enfants de maternelle

1.3.1 : Difficultés d'évaluation des fonctions exécutives chez les enfants de maternelle

Les tests de mesure des fonctions exécutives sont nombreux notamment pour les adultes et les enfants d'âge scolaire (6-12 ans). En revanche peu de tests sont spécialement conçus pour les enfants d'âge préélémentaire (Monette & Bigras, 2008). En effet la généralisation de tests conçus pour des enfants plus âgés est limitée, par exemple les enfants d'âge préélémentaire ne sachant pas lire, les tests de Stoop sont impossibles bien qu'ils soient très répandus pour mesurer l'inhibition chez les adultes. De plus il est difficile d'isoler une unique composante des fonctions exécutives et de la mesurer. Il est en effet difficile de mesurer une fonction exécutive sans la confondre avec une autre ou avec d'autres processus cognitifs, cela est particulièrement vrai chez les jeunes enfants (Monette & Bigras, 2008). La présence d'autres fonctions cognitives que celle mesurée dans la tâche à réaliser peut fausser la mesure. Par exemple si un élève connaît un déficit en mémoire de travail et qu'elle est nécessaire à l'accomplissement d'une tâche mesurant la flexibilité, alors il est possible que le score obtenu par l'élève soit faible à cause de son déficit en mémoire de travail et non à cause d'un manque de flexibilité. Il est donc primordial de proposer des tâches qui font uniquement appel à une seule fonction cognitive à la fois, afin de la mesurer efficacement.

1.3.2 : Exemples de tests de mesure

Différents tests ont été créés afin de mesurer les différentes fonctions exécutives chez les enfants d'âge préélémentaire. Nous allons présenter des exemples de tests très répandus pour mesurer les fonctions exécutives chez les enfants de cet âge. La liste d'exemples donnés ci-dessous n'est pas exhaustive.

- Test de mesure d'inhibition : de nombreux tests d'inhibition sont des adaptations du test de Stroop qui consiste à nommer la couleur dans laquelle sont écrits des mots désignant des couleurs (Monette & Bigras, 2008), par exemple en disant bleu pour le mot jaune écrit en bleu. La lecture du mot jaune étant automatique, la réponse jaune est celle qui vient en premier. Ce test nécessite d'inhiber la réponse jaune pour se concentrer sur la couleur du mot, c'est-à-dire bleu. Un des tests dérivés du test de Stroop est le test du Stroop Fruits qui mesure

la capacité à inhiber une réponse verbale dominante apprise lorsque l'enfant se confronte à une situation nouvelle. Ce test est composé de quatre étapes. L'étape 4 est composée de fruits n'ayant pas toujours leur couleur prototypique et l'enfant doit donner la véritable couleur du fruit. C'est donc une tâche d'inhibition verbale dans laquelle l'enfant doit inhiber la réponse prédominante qui est celle de la couleur du fruit qu'on lui montre pour donner celle de la véritable couleur du fruit (Monette, Langlois-Cloutier, Trépanier, Hammes, & Bigras, 2010).

- Test de mesure de mémoire de travail : le test pour mesurer la mémoire de travail le plus commun est le test des cubes de Corsi. Ce test, que nous utiliserons dans cette étude, consiste à reproduire une séquence de mouvement de pointage montrée par l'expérimentateur. Il peut être demandé au sujet de la reproduire dans le même ordre ou dans l'ordre inverse. Le nombre de blocs à pointer augmente à chaque essai. Ce test permet de déterminer l'empan visuospatial par la mesure du nombre maximum de bloc que le sujet rappelle sans erreur (Fournier & Albaret, 2013). Les blocs de Corsi constituent une mesure du calepin visuospatial, qui est une composante de la mémoire de travail (McLean et Hitch, 1999 cités par Fournier & Albaret, 2013). Ce test est facilement utilisable chez les enfants d'âge préélémentaire car il ne nécessite aucune capacité de lecture ou d'écriture, il ne nécessite pas non plus de capacités langagières.

- Test de mesure de la flexibilité : le test le plus pratiqué pour mesurer la flexibilité est le test du DCCS (Dimensional Change Card Sorting task). Dans ce test des cartes représentant un objet dit « bidimensionnel » c'est-à-dire un objet que l'on peut catégoriser à la fois par sa forme mais aussi par sa couleur (par exemple un lapin bleu). Les cartes doivent être triées dans deux boîtes sur lesquelles une carte cible est fixée. Les enfants doivent d'abord trier les cartes selon une dimension, par exemple selon la couleur, puis selon l'autre dimension. Les enfants doivent donc être capables de changer de critère de tri et ainsi faire preuve de flexibilité cognitive. En effet ils doivent s'adapter à la tâche qui change et donc faire preuve de flexibilité (Chevalier et Blaye, 2006).

1.4 : Les fonctions exécutives dans le milieu scolaire

1.4.1 : Utilité des fonctions exécutives

Les fonctions exécutives interviennent dans de nombreuses situations scolaires. En effet elles sont impliquées dans tous les apprentissages, qu'ils soient purement scolaires ou

non. Les fonctions exécutives permettent à l'élève de réguler son comportement et d'intégrer des connaissances sociales nécessaires à la vie en collectivité. Elles permettent aussi à l'enfant de récupérer des informations vues précédemment qui lui sont utiles dans la tâche, mais aussi de pouvoir s'organiser dans son travail. Le bon développement des fonctions exécutives est donc essentiel à la fois dans le milieu scolaire mais aussi dans la vie quotidienne de l'enfant (Roy, 2015 b). De plus de nombreuses études montrent que les fonctions exécutives de l'enfant prédisent ses futures performances scolaires, notamment en lecture et écriture, en mathématiques et en résolution de problèmes (Centre de transfert pour la réussite éducative du Québec (CTREQ), 2018).

1.4.2 : Déficit des fonctions exécutives

Certaines personnes présentent plus de risques de présenter des difficultés liées aux fonctions exécutives. De nombreuses études ont montré qu'il existait des liens entre les déficits exécutifs et certains troubles comme la dyslexie, les troubles du spectre autistique (TSA), les troubles du langage ainsi que les troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H)(Centre de transfert pour la réussite éducative du Québec (CTREQ), 2018).

Roy en 2015 dans son article nommé « les fonctions exécutives chez l'enfant: des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire », explicite les conséquences des troubles dans chacune des fonctions cognitives :

- Les déficits en mémoire de travail limitent les capacités de l'élève à mémoriser temporairement les informations utiles pour la tâche. Cela limite donc ses capacités à coordonner plusieurs aspects d'une activité. Cela se manifeste principalement par des difficultés d'attention, des difficultés dans la compréhension des consignes ainsi qu'une tendance à perdre le fil du raisonnement. Finalement tous les apprentissages fondamentaux sont impactés négativement par ce trouble.
- Les déficits en flexibilité se manifestent par une incapacité de la part de l'enfant à modifier un mode de réponse ou un comportement, pour s'adapter à une nouvelle activité. Cela se traduit par des persévérations. L'enfant aura donc des difficultés à s'adapter aux nouvelles situations, que ce soit des situations d'apprentissage ou non, mais aussi en résolution de problèmes car il aura des difficultés à envisager des approches différentes de celle déjà engagée.

- Les déficits en inhibition sont caractérisés par des difficultés à filtrer les informations non pertinentes pour la tâche mais aussi les différentes sources de distraction présentes dans l'environnement, comme par exemple des élèves qui bavardent près de lui. Il peut aussi ne pas réussir à bloquer les réponses automatisées qui ne sont pas adaptées à la situation. Ces difficultés peuvent se manifester de différentes manières comme une incapacité à rester assis à sa place et à rester concentré sur la tâche sans être distrait par l'environnement.

2 : Les puzzles

2.1 : Définition

Le puzzle est un jeu de type casse-tête qui consiste à reconstituer un modèle à l'aide de pièces qui s'emboîtent les unes dans les autres. Les pièces servant à assembler le puzzle sont conçues de façon à ce qu'il n'y ait qu'une seule manière possible d'assembler les pièces. Les pièces sont généralement de forme rectangulaire ou carrée avec des creux et des excroissances sur les bords. La difficulté du puzzle dépend en général de la taille des pièces, mais surtout du nombre de pièces à assembler pour reconstituer l'intégralité du puzzle. Les puzzles peuvent être en 2D ou en 3D, ce qui peut aussi influencer la difficulté. Le puzzle peut ainsi être pratiqué comme une activité de détente ou comme une véritable activité de résolution de problèmes.

2.2 Profils des individus qui réalisent le puzzle

La réalisation d'un puzzle nécessite de réaliser plusieurs tâches décrites par Garcia en 2013 qui elle-même cite Williams (2004). Selon cet auteur la réalisation d'un puzzle nécessite dans un premier temps de trier les pièces et de les classer, chercher, comparer et enfin les tester. L'ordre et la manière de réaliser ces étapes dépendent de l'individu qui réalise le puzzle. De plus la réalisation d'un puzzle nécessite de la patience et de la concentration. Garcia en 2013 a établi quatre profils qui décrivent les différentes manières de réaliser un puzzle. Ces profils varient principalement selon l'objectif de l'activité pour l'individu. Les « explorers » aiment découvrir et créer quelque chose qui n'existait pas auparavant, les « detectives » trouvent leur motivation dans l'opportunité de résoudre une situation problème. Les « matchmakers » trouvent leur motivation en recréant l'image de la boîte et enfin les

« lion tamers » aiment la difficulté, donc ils s'imposent à eux-même de nouvelles règles pour rendre la résolution du puzzle plus difficile.

2.3 Procédures utilisables pour compléter un puzzle

2.3.1 : Stratégies générales

Garcia en 2013 a établi une liste des différentes techniques et des procédures utilisées pour compléter un puzzle.

- Utiliser l'image de la boîte : elle constitue une aide à la résolution. Elle peut en effet aider à placer les pièces au bon endroit du puzzle, notamment en utilisant les couleurs ou le motif de la pièce et en regardant l'image de la boîte pour trouver l'endroit où la placer.
- La gestion des pièces : il existe différentes stratégies de gestion des pièces qui attendent d'être placées dans le puzzle. La stratégie la plus utilisée est de placer les pièces face visible sur la table, cela permet d'examiner beaucoup de pièces à la fois et de les comparer pour trouver laquelle placer. Cela permet aussi d'organiser les pièces selon des critères qui varient selon la personne (couleur, motif, forme des pièces...). Cela permet aussi de pouvoir utiliser l'image de la boîte plus facilement. Certaines personnes préfèrent sortir toutes les pièces de la boîte alors que d'autres préfèrent laisser toutes les pièces dans la boîte, sauf celles avec lesquelles il est en train de travailler.
- Tri des pièces : différentes techniques de tri ont été listées par Garcia. La technique la plus utilisée est le tri par couleur. Une autre technique consiste à chercher d'abord les quatre coins du puzzle (dans le cas d'un puzzle rectangulaire) puis à chercher les bords et enfin les assembler pour former les contours du puzzle. Les principales catégories utilisées pour le tri sont d'abord le tri par couleurs, les coins du puzzle, les bords du puzzle, les motifs présents sur les pièces et enfin les formes des pièces qui est un critère peu utilisé.

Selon Cordier et Pestel (1986), les enfants de 5 ans testés dans leur étude connaissaient des difficultés à repérer les correspondances entre les formes pleines et les formes creuses, ce qui rend le critère de forme des pièces long à traiter. Les indices les plus utilisés seraient ceux concernant le dessin car les enfants sont entraînés dès la maternelle à exploiter des indices visuels dans de nombreuses tâches.

2.3.2 : *Stratégies de positionnement des pièces*

Il existe trois stratégies pour résoudre un puzzle :

- La stratégie structurante : c'est la procédure la plus experte et la plus efficace. Elle consiste à trouver les quatre coins du puzzle, puis de trouver les bords et de les assembler afin de former les contours du puzzle. Une fois les contours assemblés, l'individu utilise la stratégie figurative pour assembler l'intérieur du puzzle.
- La stratégie figurative : elle consiste à constituer les grands motifs du puzzle en premier. En utilisant cette stratégie, le sujet se base principalement sur les indices visuels présents sur le puzzle comme les motifs ou les couleurs.
- La stratégie aléatoire : cette stratégie s'apparente plutôt à une absence de stratégie. Le sujet prend les pièces de manière aléatoire, sans se soucier de la couleur, forme ou du motif de la pièce. Il essaye ensuite de l'emboîter aux autres pièces au hasard. Cette stratégie est considérée comme la moins experte et aussi la moins efficace notamment car l'activité est peu réfléchie par le sujet, mais aussi car c'est une stratégie chronophage même avec un puzzle comportant peu de pièces.

2.4 : Le puzzle à l'école

Le puzzle est très présent à l'école, notamment à l'école maternelle, où il est présent dans les programmes actuellement en vigueur. C'est en effet un attendu de fin d'école maternelle où il entre dans l'attendu « reproduire un assemblage à partir d'un modèle », qui lui-même entre dans le domaine d'apprentissage « construire les premiers outils pour structurer sa pensée » (Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (MENESR), 2015) . C'est une activité de résolution de problèmes très utilisée à l'école maternelle notamment car elle est ludique et elle peut être réalisée en autonomie par les élèves. De plus elle ne nécessite pas de compétences langagières, ni de capacités faisant appel aux mathématiques, ce qui permet à tous les enfants de s'y essayer quel que soit leur niveau scolaire. Réaliser un puzzle permet d'améliorer de nombreuses compétences utilisées dans le cadre scolaire (Williams, 2020) :

- Les compétences de motricité fine : les élèves doivent prendre, manipuler les pièces et les assembler entre elles, ce qui implique de contrôler son mouvement pour la placer au bon endroit et avec la bonne orientation pour pouvoir l'emboîter avec l'autre pièce.

- Les compétences visuo- spatiales : l'enfant doit se représenter mentalement comment les pièces s'assemblent et où elles doivent se placer sur le dessin mais aussi par rapport aux autres pièces. Il doit ainsi se représenter les liens entre la pièce et l'espace.
- Les compétences en résolution de problèmes : le puzzle est un problème en lui-même. Il nécessite un certain degré de raisonnement, par exemple si la pièce ne s'emboîte pas avec une autre cela signifie qu'elle n'est pas à la bonne place. Il nécessite aussi, pour les procédures les plus expertes, de la planification ainsi que la mise en place d'une stratégie de résolution. Néanmoins ce n'est pas toujours le cas, notamment en cas d'utilisation de la stratégie de résolution aléatoire.
- Les compétences de gestion des émotions : étant un casse-tête, les puzzles peuvent entraîner de la frustration due à l'échec, que les élèves doivent maîtriser. Pour terminer un puzzle l'enfant doit aussi faire preuve de patience et de persévérance pour mener à terme le puzzle et ne pas abandonner. Il doit aussi maintenir son attention sur la tâche et se concentrer longuement dessus, ce qui est particulièrement difficile pour les jeunes enfants.

3 : Les relations entre les puzzles et les fonctions exécutives

Le puzzle étant une tâche complexe, il nécessite l'utilisation des fonctions exécutives pour pouvoir être réalisée.

- Liens entre puzzle et inhibition : l'inhibition va dans un premier temps permettre à l'enfant de rester concentré sur la tâche sans être gêné par les multiples distractions présentes dans la classe (fonction de filtrage) . Elle va ensuite lui permettre de choisir une pièce non pas parce qu'elle lui plaît, mais parce qu'elle semble s'insérer à l'endroit souhaité (fonction de restriction) . L'inhibition va aussi permettre à l'enfant de supprimer les informations qui sont devenues non pertinentes, par exemple une fois qu'une pièce est placée, et ainsi ne pas le placer en situation de surcharge cognitive (fonction de suppression).
- Liens entre puzzle et flexibilité : la flexibilité est indispensable à la réalisation de puzzle. Elle va permettre à l'enfant de changer de stratégie si elle est inefficace, par exemple si un enfant utilise la stratégie aléatoire et qu'il constate qu'elle est inefficace, la flexibilité va lui permettre d'envisager une autre stratégie. Elle va aussi permettre à l'enfant de ne pas vouloir absolument faire entrer une pièce à un endroit si elle n'est pas à la bonne place, la flexibilité va lui permettre de ne pas rester bloqué sur cette

tentative de positionnement et d'essayer de la placer ailleurs. Elle va aussi lui permettre de changer de pièce s'il n'arrive pas à positionner celle qu'il a en main.

- Liens entre puzzle et mémoire de travail : la mémoire de travail va permettre à l'élève de mémoriser certains éléments qui vont lui permettre de réaliser le puzzle. Il va par exemple lui permettre de mémoriser certains éléments remarquables du modèle, et ainsi lui permettre de prendre les pièces dans un certain ordre pour l'assemblage car il se rappelle du modèle. Si l'élève a une mémoire de zone plus développée, la mémoire de travail va lui permettre de placer les pièces dans la bonne zone par rapport au modèle. Elle va aussi lui permettre de se souvenir d'une pièce qu'il a déjà essayé de placer à un endroit et qui n'était pas adaptée.

II : Problématique

L'objet de cette étude est donc d'étudier le lien entre les habilités cognitives liées aux fonctions exécutives et la capacité de résolution de puzzles chez les enfants de maternelle. Plus précisément l'objet de cette étude est de déterminer si des capacités développées dans les fonctions exécutives permettent aux élèves de maternelle d'être plus performants lors de la réalisation de puzzles. Afin de formuler les hypothèses nous allons étudier les fonctions exécutives séparément et étudier leur lien avec la rapidité dans la réalisation de puzzle.

- Étude des liens entre inhibition et la résolution de puzzle : est-ce que de meilleures capacités d'inhibition permettent de réaliser un puzzle plus rapidement ?
- Étude des liens entre flexibilité et la résolution de puzzle: est-ce qu'une plus grande capacité de flexibilité permet à l'élève de réaliser un puzzle plus rapidement ?
- Étude des liens entre mémoire de travail et la résolution de puzzle : est-ce qu'une grande capacité de mémoire de travail permet de réaliser un puzzle plus rapidement ?
- Étude des liens entre le nombre de tentatives de placement erronées et les performances aux différents tests : les tentatives d'emboîtement erronées sont-elles corrélées avec les performances dans les tests de fonction exécutives et du puzzle ?

III Méthodologie

1 : Participants

J'ai récolté des données sur des élèves de l'école Louis Armand située à Seyssins, néanmoins les données présentées dans cette étude sont rassemblées avec les données recueillies par cinq autres étudiantes menant elles aussi leur écrit réflexif sur ce même thème. Cette étude a donc été menée auprès de 61 élèves de maternelle issus de différentes écoles de la région Iséroise. Les différents tests de mesure ont été réalisés sur 31 élèves de petite section avec 23 garçons et 8 filles, et 30 élèves de moyenne section avec 16 garçons et 14 filles . Les participants testés étaient donc en majorité des garçons. Les élèves testés avaient entre 3 et 4 ans. Les participants ont tous réalisé les cinq tests :

- Tests d'empan
- Test TEGP
- Test DCCS
- Trails-P
- Résolution de puzzle

Les tests ont pu être réalisés dans la même journée mais jamais à la suite, afin que les élèves ne soient pas lassés ou en surcharge cognitive. De plus ces tests ont été réalisés à différents moments de la journée, ce qui pourrait éventuellement avoir un impact sur les résultats, par exemple si un élève a réalisé un test au réveil de la sieste alors cela pourrait avoir un impact négatif sur ses résultats aux tests.

2 : Tests utilisés

2.1 : Test de mesure de la mémoire de travail

2.1.1 : Empan spatial inverse

Le premier test utilisé pour mesurer la mémoire de travail est un test d'empan spatial inverse, réalisé avec des blocs de Corsi. Cette épreuve est une adaptation de celle utilisée par Corsi en 1972. L'enfant et l'adulte se positionnent de part et d'autre d'un plateau comportant neuf cubes numérotés d'un seul côté. Seul l'expérimentateur peut voir les numéros sur les

cubes, ainsi pour l'élève les cubes sont tous identiques. Ce test consiste à reproduire à l'envers une suite montrée par l'expérimentateur. Afin de rendre le test plus ludique, l'expérimentateur introduit une marionnette qui fait tout à l'envers et que l'élève doit imiter en faisant, lui aussi, tout à l'envers. Le test commence avec deux blocs montrés l'un après l'autre par l'expérimentateur, puis il désigne les cubes dans l'ordre inverse avec la marionnette. Il demande ensuite à l'élève de les montrer dans l'ordre inverse, comme la marionnette. Si l'élève réussit à montrer la suite à l'envers, l'expérimentateur fournit un feedback, c'est-à-dire un retour, positif à l'élève puis un second essai est réalisé avec une autre suite de deux items que l'élève doit reproduire dans l'ordre inverse. Sinon l'expérimentateur refait une démonstration avant de passer à l'essai suivant. L'expérimentateur montre ensuite à l'élève une suite de 3 puis 4 puis 5 et enfin 6 items à l'élève avec deux séries à chaque fois. Si l'élève échoue à reproduire deux séries avec un même nombre de blocs, le test est arrêté. Chaque essai rapporte un point s'il est réussi, le maximum est donc de dix points. Ce test permet de mesurer la mémoire de travail spatiale. En effet l'élève doit mémoriser les positions des différents blocs pour être ensuite en capacité de les remonter à l'envers.

2.1.2 : Empan de chiffres inverse

Le second test utilisé pour mesurer la mémoire de travail est l'empan de chiffres inverse. Lors de ce test l'enseignant propose à l'élève une suite de nombres à l'oral que l'élève doit répéter dans le sens inverse, par exemple si l'expérimentateur dit 6-2, l'élève doit dire 2-6. Le déroulement est le même que lors du test d'empan spatial inverse. L'enseignant propose d'abord une démonstration avec la marionnette et réexplique qu'elle fait tout à l'envers. Puis il donne une nouvelle suite de deux chiffres à l'oral que l'élève doit répéter dans l'ordre inverse. Si l'élève en réussit au moins une sur deux alors l'enseignant lui propose deux autres suites avec trois mots. Chaque fois que l'élève réussit au moins une suite sur les deux, l'enseignant lui propose deux nouvelles suites avec un chiffre de plus. Le nombre maximum de chiffres est de six. Chaque bonne réponse rapporte un point à l'élève et le maximum de points possible est de dix.

2.1.3 : Empan de mots inverse

Le dernier test utilisé pour mesurer la mémoire de travail est l'empan de mots inverse. L'enseignant va donner deux mots l'un après l'autre que l'élève doit répéter dans l'ordre inverse. Le déroulement est encore le même que pour les deux tests précédents, l'enseignant commence par rappeler que la marionnette fait tout à l'envers et réalise une démonstration

avec la marionnette. Par exemple lorsque l'expérimentateur dit « chat-bouche » alors la marionnette va dire « bouche-chat ». L'élève réalise ensuite deux essais et s'il en réussit au moins un sur deux alors l'enseignant propose deux nouvelles suites de mots avec un mot supplémentaire. La suite la plus longue proposée par l'enseignant est de six mots que l'élève doit répéter dans l'ordre inverse. Une bonne réponse de l'élève lui rapporte un point et le maximum de points possible est de dix.

Ces trois tests sont réalisés à la suite et durent de 5 à 10 minutes selon les performances des élèves.

2.2 : Tests de mesure de la flexibilité

2.2.1 Dimensional Change Card Sort (DCCS)

Le premier test de mesure de la flexibilité utilisé dans cette étude est le test du DCCS (Dimensional Change Card Sort). Ce test est une adaptation du WCST (Wisconsin Card Sorting Test) plus adaptée aux enfants d'école maternelle (Chevalier & Blaye, 2006) . Ce test a été présenté par Zelazo (2006) et mesure la flexibilité grâce à des changements dans la situation via des changements de consignes. Ce test comporte des cartes test représentant chacune un objet, un bateau ou un lapin, qui peut être bleu ou rouge, et que l'élève doit trier une à une (voir annexe 3). Il doit les trier dans deux boîtes sur lesquelles une carte représentant un bateau bleu ou un lapin rouge sont fixées. Les boîtes sont placées devant l'élève de manière à ce qu'il voit bien les cartes fixées sur les boîtes. Les élèves doivent trier les cartes en fonction d'un critère qui peut être celui de la forme ou de la couleur. Dans la première phase du test l'enseignant fait une démonstration en donnant explicitement les règles de tri (la forme ou la couleur) et montrant les boîtes correspondantes (celle pour les bleus et celle pour les rouges par exemple). Il place ensuite la première carte face cachée dans la boîte et demande à l'élève de placer la suivante en donnant un feedback en fonction du résultat. À la suite de ces deux essais, l'élève procède à six nouveaux essais. La règle de tri est annoncée avant chaque essai, cela a pour objectif que l'élève n'ait pas à utiliser sa mémoire de travail pour mémoriser la règle de tri et ainsi rendre la mesure de la flexibilité plus objective. Dans la seconde phase du test, la règle de tri est changée et indiquée à l'élève, néanmoins l'expérimentateur ne procède pas à une démonstration. Il doit donc faire preuve de flexibilité pour changer la règle de tri qu'il utilise. La règle de tri est, là encore, répétée à l'élève avant chaque essai. Si l'élève réussit à donner au moins cinq bonnes réponses sur les six possibles lors des deux premières phases, une dernière phase est proposée. Dans celle-ci, une nouvelle

variable est introduite. Certaines cartes ont un cadre et d'autres n'en ont pas. En fonction de la présence ou non de ce cadre, la règle de tri change. L'élève doit donc changer les règles de tri plus fréquemment. L'enseignant réalise d'abord une démonstration en triant une carte avec le cadre et une autre sans le cadre. Les règles de tri sont rappelées avant chaque essai. Lors de cette phase, les élèves ont douze essais, c'est-à-dire douze cartes à trier. L'expérimentateur ne doit faire aucun feedback à l'élève lors des phases d'évaluation. Lors de ces trois phases on mesure le nombre de cartes triées selon le bon critère. Seul le nombre de cartes correctement triées lors de la phase 3 est pris en compte pour le calcul des résultats. Il existe deux variantes de ce test qui diffèrent uniquement sur l'ordre dans lequel le critère de tri est présenté aux enfants. Pour la première variante du DCCS l'élève doit d'abord trier les cartes par formes lors de la phase 1 puis par couleurs lors de la phase 2, alors que pour la seconde variante du DCCS l'ordre est inversé. Quarante élèves ont passé la première variante du DCCS alors que vingt-et-un enfants ont passé la seconde variante.

2.2.2 : *Trails-P*

Le deuxième test utilisé pour mesurer la flexibilité est le trails-P développé par Espy et Cwick (2004). Ce test se déroule en trois étapes distinctes pour lesquelles l'expérimentateur fait une démonstration à chaque fois, suivi d'un entraînement pour l'élève et enfin l'évaluation, pour les trois étapes. La première étape est constituée de souris de différentes tailles que l'élève doit relier de la plus petite à la plus grande. Si l'élève se trompe en reliant, l'expérimentateur corrige tout de suite l'élève en le replaçant sur l'item précédent et lui indique lequel il doit relier ensuite. La seconde étape comporte là aussi des souris de différentes tailles et de différentes couleurs, mais aussi des fromages qui ont eux aussi différentes tailles et couleurs. Les tailles et couleurs des fromages correspondent à celles des souris. L'élève doit cette fois alterner entre souris et fromage tout en les reliant du plus petit au plus grand. L'élève doit ainsi faire preuve de flexibilité pour alterner les souris et les fromages. Là encore, si l'élève se trompe, l'expérimentateur le corrige immédiatement. Lors de la dernière phase, la tâche reste la même qu'en phase 2, mais des distracteurs sont introduits, comme par exemple des lapins, des singes ou des bananes (voir annexe 4). L'élève doit donc ignorer les distracteurs pour relier uniquement les souris et les fromages. Si l'élève passe par un élément perturbateur ou le touche en reliant les items, cela est considéré comme une erreur, l'expérimentateur le replace donc sur l'item précédent. Lors de ces trois phases on mesure le temps en secondes pour relier tous les items uniquement lors de la phase évaluation.

On ne mesure pas le temps mis par l'élève lors des phases d'entraînement. Moins l'élève met de temps pour relier les différents items, plus il fait preuve de flexibilité.

2.3 : Tests de mesure de l'inhibition

2.3.1 : Test TEGP

Le test utilisé pour mesurer l'inhibition est le test Tête-Épaule-Genou-Pied (TEGP). La version utilisée est celle de Cameron et McClelland en 2011 pour l'édition originale en langue anglaise et traduite par Clerc en 2016. L'élève doit inhiber la réponse automatisée, qui est de toucher la partie du corps demandé, afin d'en toucher une autre. Lors de ce test l'élève et l'expérimentateur sont debout face-à-face afin que l'élève voit l'expérimentateur. L'expérimentateur doit donner des consignes précises qui sont fournies avec le test. Dans la première partie du jeu l'enseignant commence par demander à l'élève de toucher ses pieds et sa tête en imitant l'enseignant. Cette phase a pour objectif d'automatiser le fait que l'enfant touche la partie du corps demandée. Ensuite l'enseignant explique à l'élève que désormais l'élève doit faire quelque chose de différent de ce que dit l'enseignant. Lorsqu'il lui dit « touche ta tête », l'enfant doit toucher ses pieds et inversement. Si l'élève se trompe lors de la phase de pratique qui comporte six essais en tout, l'expérimentateur peut lui donner jusqu'à trois explications supplémentaires, c'est-à-dire réexpliquer à l'élève qu'il doit faire le contraire de ce que dit l'enseignant et redonner les consignes. Après la phase de pratique, l'élève a dix essais. Il obtient zéro point s'il se trompe de zone à toucher, un point s'il s'auto-corrige avant de toucher une mauvaise zone et deux points s'il touche tout de suite la bonne zone. Le maximum de points pour la phase 1 est donc de vingt points. Il doit obtenir au moins quatre points pour passer à la phase suivante, sinon le test s'arrête. Lors de cette phase l'examineur ne donne plus aucun feedback et l'élève ne peut plus demander de répéter les consignes. La phase suivante est très similaire à la première néanmoins de nouvelles zones à toucher sont ajoutées, il doit désormais toucher ses genoux et ses épaules. Lorsque l'expérimentateur lui demande de toucher ses genoux il doit toucher ses épaules et inversement. Après une phase de pratique l'élève a de nouveau dix essais pour réussir à obtenir au moins quatre points, mais lors de cette nouvelle phase toutes les différentes consignes sont présentes, c'est-à-dire que l'élève doit toucher ses pieds si l'expérimentateur lui demande de toucher sa tête et inversement, mais il doit aussi toucher ses genoux si l'expérimentateur lui demande de toucher ses épaules et inversement. S'il réussit à obtenir les quatre points nécessaires alors il passe à la dernière phase du test, sinon le test s'arrête. Dans

celle-ci les règles du jeu sont changées. Les élèves doivent toucher leurs genoux lorsque l'expérimentateur dit : « touche ta tête » et inversement. Lorsque l'expérimentateur dit « touche tes épaules », l'élève doit désormais toucher ses pieds et inversement. L'élève a de nouveau dix essais pour marquer le plus de points possible. Le score maximum que peut atteindre l'élève est de vingt points par phase.

2.4 Test de mesure de performance aux puzzles

Pour mesurer la performance aux puzzles, les élèves doivent réaliser un puzzle de trente pièces le plus rapidement possible . Le puzzle comporte un grand personnage central ainsi que d'autres personnages à côté (voir annexe 1). Pour réaliser ce puzzle, le modèle est laissé à l'élève afin qu'il puisse le regarder quand il le souhaite, en revanche il n'a pas le droit de réaliser le puzzle par-dessus le modèle. Les pièces sont toutes étalées devant l'élève avec la face visible. On mesure le temps en secondes que l'élève met pour réaliser le puzzle. Le temps maximal que l'expérimentateur laisse à l'élève pour réaliser le puzzle est de 600 secondes, soit dix minutes. Si l'élève n'a pas terminé le puzzle à l'issue de ces dix minutes, l'expérimentateur lui demande de s'arrêter et doit alors compter le nombre de pièces que l'élève a réussi à placer dans le temps imparti, afin de pouvoir ensuite estimer le temps qu'aurait mis l'élève pour terminer le puzzle. Pour estimer le temps qu'aurait mis un élève à terminer le puzzle l'expérimentateur calcule le temps moyen mis par pièce puis le multiplie par le nombre de pièces.

Lors de la réalisation du puzzle, l'enseignant reste à côté de l'élève pour noter la stratégie qu'il utilise ainsi que pour comptabiliser le nombre de tentatives d'emboîtement erronées. Si l'élève demande de l'aide pour la réalisation du puzzle, l'enseignant lui fournit un message d'encouragement mais ne l'aide pas à réaliser le puzzle.

Avant de débiter le puzzle, une étape de métacognition est réalisée. En effet l'expérimentateur interroge l'élève sur la stratégie de résolution de puzzle qu'il compte utiliser. Il utilise pour cela une planche avec des ours de différentes couleurs, à côté desquels différentes photos représentent les différentes stratégies (voir annexe 2) . L'ours bleu représente la stratégie structurante. L'ours jaune représente la stratégie figurative. L'ours vert représente la stratégie aléatoire. L'expérimentateur explique à l'enfant en quoi consistent les stratégies utilisées par les ours. L'enfant choisit donc l'ours qui correspond à la stratégie qu'il compte utiliser avant la réalisation du puzzle. Après la réalisation du puzzle, il choisit aussi

l'ours qui correspond à la stratégie qu'il a utilisée, selon lui, lors de la réalisation du puzzle. Cela permet de savoir si l'enfant connaît son propre fonctionnement cognitif.

IV : Analyse des données et résultats

Nous avons testé 31 élèves de petite section et 30 élèves de moyenne section sur cinq tests différents. Les résultats obtenus proviennent des soixante-et-un élèves issus de différentes écoles.

Moyenne et écarts-types des différents résultats obtenus

Variable	Moyennes			Écarts-types		
	PS	MS	Général	PS	MS	Général
Âge en mois	43,93	55,67	49,70	3,59	4,14	7,05
MDT composite (moyenne des différents tests sur la mémoire de travail)	1,16	2,46	1,80	0,92	1,31	1,30
DCCS partie 3	4,52	7,64	6,05	3,52	2,17	3,31
TEGP parties 1+2+3	8,32	23,9	15,98	10,28	12,04	13,58
Temps au puzzle en secondes	1477,75	879,5	1183,53	1445,44	463,63	1113,32
Tentatives d'emboîtement erronées	11,32	6	8,70	9,50	4,98	8,02

Tableau 1 : Moyenne et écarts-types des résultats (résultats arrondis au centième)

Grâce à l'observation du tableau 1, nous pouvons constater que la moyenne d'âge des élèves ayant passé les tests est de 49,7 mois. Les moyennes obtenues pour les différents tests sont de 1,8 points pour les tests de mémoire de travail, 6,05 cartes correctement triées pour le test DCCS et de 15,98 points obtenus pour le test TEGP. Nous pouvons constater que l'écart type, c'est-à-dire la mesure de la dispersion des valeurs d'un échantillon statistique, est très élevée pour le test TEGP. Cela signifie que les résultats pour ce test sont très hétérogènes. L'écart-type du temps en secondes est lui aussi élevé, ce qui signifie que les performances au

puzzle des élèves sont très hétérogènes. De manière générale nous pouvons observer des écarts-types assez élevés, ce qui traduit des niveaux hétérogènes parmi les élèves testés. Nous pouvons remarquer que concernant toutes les variables, les moyennes des résultats des élèves de moyenne section sont plus élevées que les moyennes des scores des élèves de petite section. Les élèves de moyenne section commettent en moyenne moins de tentatives d'emboîtement erronées et mettent moins de temps pour compléter le puzzle.

Corrélations et régressions entre les différentes fonctions exécutives et la résolution de puzzle

Tous les résultats obtenus pour ces différents tests ont été calculés via le logiciel statistica. Par convention, les résultats obtenus dans le domaine des sciences humaines, comme c'est le cas ici, sont considérés comme significatifs si la P-valeur est inférieure à 0,05.

1 : Analyse de régression entre inhibition et temps mis au puzzle

Les résultats obtenus pour ce test ont été calculés à partir des résultats du test TEGP1+2+3 et des résultats au puzzle. Une analyse de régression a été réalisée. Le résultat obtenu est $F(1,59)=9,2$, $p < .01$. Le test utilisé pour mesurer cette corrélation est le test de Fisher avec un degré de liberté (1,59). À partir de ces résultats nous pouvons conclure que les capacités d'inhibition du sujet prédisent ses résultats au puzzle. La p-valeur de ce test étant inférieure à 0,01 soit 1 %, cela signifie que nous aurions environ 1 % de chance de nous tromper en affirmant cela et en généralisant cette affirmation à l'ensemble de la population parente. La part de la variance expliquée, exprimée par $R^2 = 0,14$, indique qu'environ 14 % de la variance est expliquée par l'inhibition du sujet. Nous pouvons observer sur le nuage de points 1 ci dessous que les résultats sont concentrés entre 0 et 30 points pour le test TEGP1+2+3. La droite de régression, dont $\beta = -0,37$, montre que plus l'élève a inscrit de points lors des différentes phases du test TEGP, moins il mettra de temps à réaliser le puzzle.

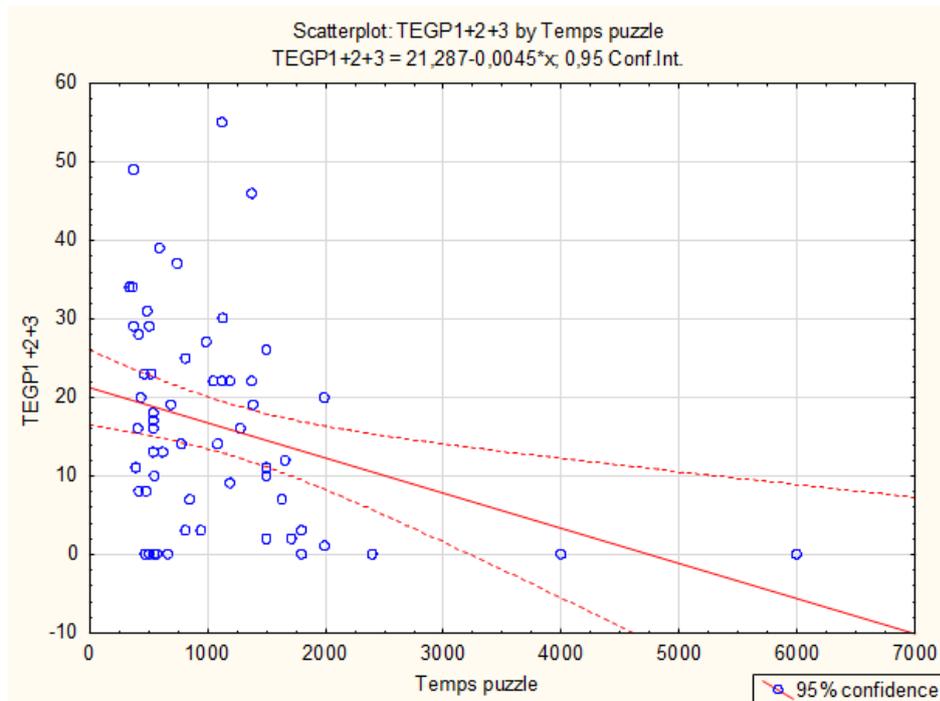


Figure 1: Nuage de points 1

2 : Analyse de régression entre mémoire de travail et temps mis au puzzle

Les résultats obtenus pour ce test ont été calculés à partir des résultats du test de MDT composite et des résultats au puzzle. Une analyse de régression a été réalisée. Le résultat obtenu est $F(1,59)=6,92$, $p < .05$. Le test utilisé pour mesurer cette régression est, là encore, le test de Fisher avec un degré de liberté (1,59). Les résultats du test signifient que pour l'échantillon ayant participé aux tests, les scores en mémoire de travail prédisent les résultats au puzzle. La p-valeur de ce test étant inférieure à 0,05 nous pouvons affirmer cela avec moins de 5 chances sur 100 de se tromper. La mesure est donc fiable. L'indice $R^2 = 0,10$. Cela signifie qu'environ 10 % de la variance est expliquée par la mémoire de travail. Nous pouvons voir sur le nuage de points 2 ci-dessous que les résultats sont concentrés entre un score de 0 et 4 en mémoire de travail. Nous pouvons aussi constater grâce à la droite de régression que plus le score en MDT composite est élevé et plus le temps mis au puzzle est faible. L'indice β , soit l'inclinaison de la droite est égal à $\beta = -0,32$.

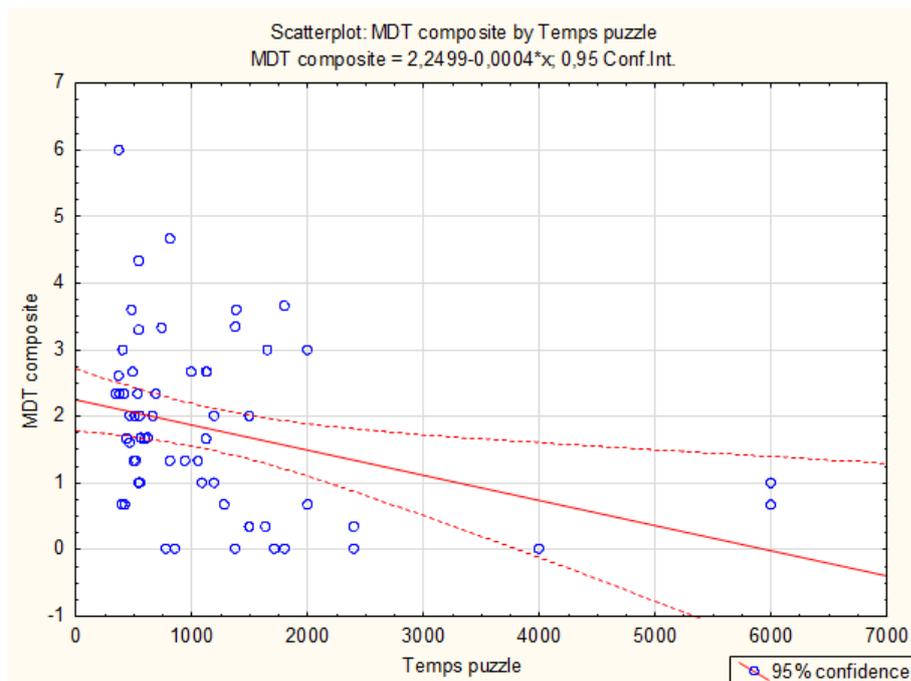


Figure 2: Nuage de points 2

3 : Analyse de régression entre flexibilité et temps mis au puzzle

Les résultats obtenus pour ce test ont été calculés à partir des résultats du test DCCS et des résultats au puzzle. Les résultats du trails-P n'ont pas été pris en compte. Une analyse de régression a été réalisée. Le résultat obtenu est $F(1,59)=18,79, < .01$. Le test utilisé est, là encore, le test de Fisher avec un degré de liberté (1,59). Cela signifie que pour l'échantillon ayant participé aux tests, les scores flexibilité prédisent les résultats au puzzle. La p-valeur de ce test étant inférieure à 0,01 nous pouvons affirmer cela avec moins de une chance sur 100 de se tromper. La mesure est donc généralisable à la population parente. $R^2 = 0,24$, ce qui signifie qu'environ 24 % de la variance est expliquée par la flexibilité du sujet. Nous pouvons, là encore, grâce au nuage de points 3 ci-dessous, constater que les résultats sont concentrés entre 5 et 9 cartes correctement triées. L'indice β de la droite de régression est ici égal à $\beta = -0,49$. C'est l'indice le plus élevé parmi ceux concernant les droites de régression des autres fonctions exécutives. Cela signifie que c'est la flexibilité qui semble avoir le pouvoir le plus prédictif sur les performances des élèves au puzzle.

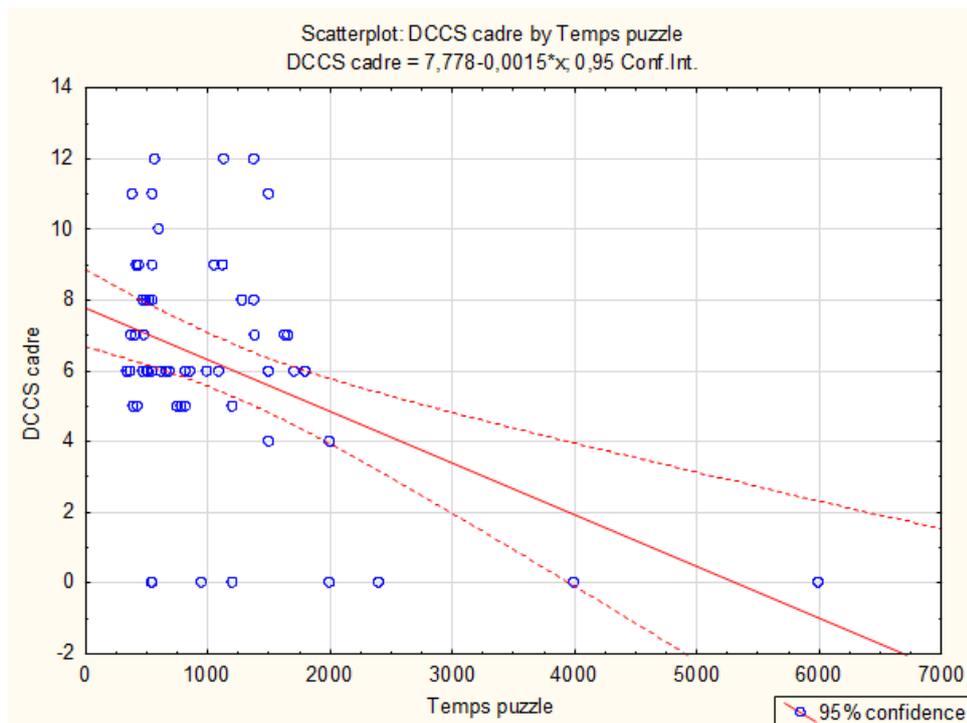


Figure 3: Nuage de points 3

4 : Étude du lien entre les tentatives d’emboîtement erronées et les autres variables

Résultats des analyses de régression ou de corrélation	
	Tentatives d’emboîtement erronées
MDT composite	F(1,59)=6,15, p < .05.
Flexibilité DCCS	F(1,59)=7,10, p < .05
Inhibition TEGP1+2+3	F(1,59)=21,24, p < .01
Âge	F(1,59)=6,37, p < .05
Temps au puzzle	r= 0.44, p < .05

Tableau 2 : corrélations et régressions entre les tentatives d’emboîtement et les variables.

Nous avons réalisé des analyses de régression afin de déterminer s’il existe des liens entre les différentes variables étudiées et les tentatives d’emboîtement erronées réalisées lors du test sur le puzzle. Tous les tests ont été réalisés avec des tests de Fisher réalisés avec un degré de liberté de (1,59). L’observation du tableau 2 nous permet de constater que la mémoire de travail, la flexibilité, l’inhibition, ainsi que l’âge prédisent les tentatives d’emboîtement erronées. En effet nous pouvons constater que toutes les p-valeurs sont égales ou inférieures à 0,05, ce qui signifie que les chances de se tromper en généralisant ces résultats à la population parente sont égales ou inférieures à 5 chances sur 100. Nous pouvons

aussi constater qu'il existe une corrélation entre le temps mis au puzzle et les tentatives d'emboîtement erronées.

5 : Corrélation entre les différentes variables

Variable	Âge en mois	MDT composite	DCCS cadre
Âge en mois			
MDT composite	0,48		
DCCS cadre	0,37	0,34	
TEGP1+2+3	0,44	0,56	0,51

Tableau 3 : corrélations entre variables (résultats arrondis au centième)

Grâce à l'observation du tableau 3, nous pouvons constater que toutes les différentes variables sont corrélées deux à deux. En effet les corrélations sont toutes significatives. Cela signifie qu'il existe un lien entre toutes ces différentes variables. Nous pouvons observer que la corrélation la plus forte est entre l'inhibition mesurée par le test TEGP1+2+3 et la mémoire de travail mesurée par le test de MDT composite, avec une corrélation de 0,56 soit 56 %. La corrélation la plus faible est entre la flexibilité mesurée par le test DCCS avec la mémoire de travail mesurée par le test MDT composite. Cette corrélation est de 0,34 soit environ 34 %.

V : Discussion

Cette étude a été menée par 6 professeurs des écoles stagiaires auprès de 61 élèves de petite et moyenne section. Le puzzle étant une activité de résolution de problèmes nécessitant la mobilisation de compétences cognitives diverses, l'objectif de cette étude était donc de déterminer si les principales fonctions exécutives (mémoire de travail, inhibition et flexibilité) avaient une influence sur cette activité. Nous avons pour cela émis plusieurs hypothèses :

- Est-ce-que de meilleures capacités d'inhibition permettent de réaliser un puzzle plus rapidement ?

- Est-ce qu'une plus grande capacité de flexibilité permet à l'élève de réaliser un puzzle plus rapidement ?
- Est-ce qu'une grande capacité de mémoire de travail permet de réaliser un puzzle plus rapidement ?
- Les tentatives d'emboîtement erronées sont-elles corrélées avec les performances dans les tests de fonction exécutives et du puzzle ?

À la suite des résultats analysés ci-dessus, nous pouvons conclure que la première hypothèse supposant qu'une meilleure capacité en inhibition permet de réaliser de meilleures performances aux puzzles est validée. Nous pouvons en effet supposer que des capacités élevées d'inhibition permettent de réaliser un puzzle plus rapidement car elles permettent à l'élève de choisir les pièces à placer non pas sur des critères de goût, mais sur des critères plus réfléchis car il est davantage capable d'inhiber ses affects. Il sera aussi davantage capable de se retenir de placer une pièce qu'il sait incorrecte.

La seconde hypothèse, qui était qu'une plus grande capacité de flexibilité permet aux élèves d'être plus rapide lors de la réalisation de puzzle, est elle aussi validée. De plus, parmi les trois fonctions exécutives testées lors de cette étude, c'est la flexibilité qui semble avoir le pouvoir prédictif le plus important sur les performances au puzzle. Nous pouvons ainsi supposer que qu'une grande flexibilité permet à l'élève de changer rapidement de pièce lorsqu'elle ne convient pas, gagnant ainsi du temps sur la réalisation.

La troisième hypothèse supposant qu'une meilleure capacité en mémoire de travail permet aux élèves de réaliser un puzzle plus rapidement est elle aussi validée. Nous pouvons supposer que si l'élève possède une grande mémoire de travail, cela lui permet de se souvenir des pièces déjà testées et ainsi de ne plus les tester à nouveau au même endroit, gagnant ainsi du temps. Nous pouvons aussi supposer que si l'élève se souvient de l'image modèle, il nécessitera moins souvent de la regarder et de comparer la pièce qu'il a en main avec le modèle, ce qui lui permettra d'être plus performant.

Enfin la dernière hypothèse supposant que les résultats des différents tests sont corrélés avec le nombre de tentatives d'emboîtement erronées est elle aussi validée. En effet nous observons seulement une simple corrélation entre le temps mis au puzzle et les tentatives d'emboîtement erronées. En revanche nous avons pu voir que l'inhibition, la flexibilité, la mémoire de travail ainsi que l'âge prédisent le nombre de tentatives erronées. Nous pouvons essayer d'expliquer ces résultats par des suppositions. Nous pouvons supposer qu'un élève

plus âgé aura davantage pratiqué l'activité de puzzle et saura donc mieux prendre des indices sur la pièce qu'il essaye de placer ainsi que sur le puzzle, pour faire moins de tentatives erronées. De même, plus l'élève possède de capacités d'inhibition et plus il réussira à se retenir d'essayer de placer des pièces qu'il sait ne pas correspondre. De meilleures capacités de flexibilité vont lui permettre de changer de pièce lorsqu'elle ne correspond pas, au lieu de l'essayer. Cela va aussi lui permettre de changer de pièce au lieu de s'acharner à vouloir la positionner. Enfin une bonne capacité en mémoire de travail va permettre à l'élève de se souvenir des pièces qu'il a déjà essayé de placer et qui n'ont pas fonctionné et ainsi éviter de réaliser davantage de tentatives d'emboîtement erronées. De plus, il existe une corrélation entre le temps mis au puzzle et le nombre de tentatives d'emboîtement erronées. Nous pouvons supposer que moins l'élève réalise de tentatives d'emboîtement erronées, moins il perd de temps et donc il réalise un meilleur temps au puzzle.

Limites de l'étude et perspectives

L'étude réalisée comporte néanmoins quelques limites qu'il serait possible d'améliorer. D'abord nous pouvons nous interroger sur la pertinence du puzzle utilisé. En effet, il comporte 30 pièces, ce qui peut être considéré comme peu accessible, car trop difficile, pour un élève en classe de petite section. C'est pour cela que certains expérimentateurs ayant recueilli les données pour cette étude ont utilisé un puzzle différent que celui devant être utilisé à l'origine. Néanmoins le puzzle proposé aux élèves de petite section n'est pas nécessairement le même pour les différents expérimentateurs, ce qui pose la question de la validité des données. En effet le nombre de pièces du puzzle utilisé n'est pas nécessairement le même d'un expérimentateur à l'autre. De plus le motif du puzzle n'étant pas le même, il est possible qu'il permette plus ou moins à l'élève de réaliser le puzzle facilement. En effet un gros personnage central sera plus facile à reconstituer et à placer qu'une multitude de petits personnages répartis sur le puzzle. Il serait donc envisageable de proposer un puzzle différent pour chaque niveau de maternelle, qui serait utilisé de manière systématique pour chaque passation. De plus nous pouvons nous demander si le profil de l'élève qui réalise le puzzle (voir page 9) a une influence sur le temps mis pour terminer le puzzle. En effet nous pouvons supposer qu'un « lion tamer » mettra plus de temps pour réaliser le puzzle qu'un « explorer ».

Il est aussi envisageable de penser que certains élèves étaient plus entraînés à la réalisation de puzzle que d'autres, et que ce ne sont donc pas seulement ses performances aux

fonctions exécutives qui influencent le temps mis au puzzle. En effet certains élèves ont probablement reçu de la part de leur enseignant ou de leurs parents les stratégies expertes pour réaliser un puzzle et d'autres pas. Par exemple les stratégies de résolutions du puzzle mais aussi les indices sur lesquels s'appuyer pour la résolution ont pu être enseignées en amont des tests. Il faudrait donc envisager d'enseigner aux élèves la stratégie de résolution experte ainsi que les indices pertinents sur lesquels s'appuyer, ceci afin d'être certain que les élèves ont tous les mêmes connaissances sur les puzzles.

Nous pouvons aussi nous demander si les tâches proposées lors de cette étude mesurent uniquement la fonction exécutive souhaitée. En effet nous pouvons supposer que le test TEGP, par exemple, fait aussi appel à la mémoire de travail et non uniquement à l'inhibition. En effet lors de la phase 3 notamment, l'élève doit se souvenir des correspondances vues précédemment. Il est donc possible qu'un élève ayant de meilleures performances en mémoire de travail ait aussi de meilleures performances lors de ce test. Cela signifierait alors que la mesure d'inhibition mesurée lors de ce test est faussée. Il faudrait alors utiliser des stratégies permettant de ne pas utiliser la mémoire de travail comme par exemple répéter les correspondances avant chaque essai, l'élève n'aurait ainsi plus à les mémoriser. Il est aussi envisageable de changer complètement de test afin d'en utiliser un dont la mesure de l'inhibition est plus « pure ». Néanmoins cette solution est moins probable car les tests utilisables, qui sont adaptés aux élèves de maternelle, sont peu nombreux puisque la lecture et l'écriture ne sont pas utilisables.

Enfin nous pouvons nous demander si certains des tests utilisés sont adaptés. En effet pour le trails-P par exemple, nous avons pu remarquer que certains élèves réalisaient de meilleures performances lors de la phase 3 que lors de la phase 2, alors qu'elle devrait être moins bien réussie à cause des distracteurs. Nous pouvons supposer qu'il existe un effet d'apprentissage pour cette épreuve, c'est-à-dire que les élèves cherchent moins les items en phase 3 car ils savent où ils se trouvent, et que donc de bonnes performances à ce test révèlent de bonnes capacités d'apprentissage et non des capacités en flexibilité. De plus nous pouvons nous demander s'il est adapté pour des élèves de cet âge car pour être réalisé ce test nécessite d'avoir des capacités en tenue de crayon et de tracé, ce qui n'est pas nécessairement le cas pour les élèves de cet âge. Nous pouvons supposer qu'un manque de capacités en tracé influence le temps mis pour réaliser le test, et que donc la mesure de la flexibilité est faussée. De même la capacité à ranger des items dans l'ordre croissant est nécessaire pour réaliser ce

test, or pour des élèves de cet âge, cette capacité est rarement pleinement maîtrisée, ce qui peut influencer le temps mis pour réaliser le test.

Apports du mémoire à la pratique professionnelle

Cet écrit m'a permis d'améliorer mes compétences professionnelles notamment car il m'a apporté une meilleure connaissance du fonctionnement cognitif des élèves. Ces connaissances peuvent ainsi permettre de mieux différencier les tâches pour mieux les adapter aux besoins des élèves. Ainsi si un élève a un déficit en mémoire de travail, nous pourrions adapter sa tâche en lui donnant un support permettant d'avoir une permanence de la consigne comme des pictogrammes ou une consigne écrite. Cela pourra permettre à l'élève de concentrer sa charge cognitive sur la tâche et non sur la mémorisation de la consigne. Si l'élève a un déficit en flexibilité alors il pourra être en difficulté lors des changements de situation comme un changement de classe par exemple. L'élève pourra ainsi être accompagné par l'enseignant dans ces changements. L'élève peut aussi connaître des difficultés lors de la résolution de problèmes. Il serait alors important d'adapter la tâche, par exemple en lui faisant construire un outil répertoriant les différentes stratégies à utiliser. Enfin pour les élèves connaissant un déficit en inhibition, qui auront des difficultés à ignorer les différentes sources de distractions qui peuvent être présentes dans la classe, il est possible de les placer à un endroit de la classe dans lequel les sources de distraction sont moins nombreuses. Pour les élèves ayant des difficultés à inhiber des stratégies inefficaces, l'enseignant peut mettre à leur disposition des affichages répertoriant les différentes stratégies. La connaissance du fonctionnement cognitif des élèves par l'enseignant peut alors avoir un véritable intérêt pour l'élève. Il serait peut-être même envisageable d'entraîner ces fonctions cognitives, ce qui pourrait avoir un impact positif sur la scolarité de l'élève.

Cet écrit m'a aussi permis de changer ma vision sur les puzzles. En effet je considérais les puzzles comme une activité nécessitant une réflexion mais sans me rendre compte des différentes ressources qu'il mobilise chez les personnes réalisant le puzzle. L'activité du puzzle étant une activité de résolution de problèmes à part entière, il serait alors intéressant d'enseigner aux élèves les stratégies efficaces pour le résoudre. Comme tout autre type de situation problème, il serait alors intéressant d'établir une progression sur l'année, voire même sur un cycle entier, afin de permettre aux élèves de progresser à leur rythme.

Cette étude m'a aussi fait prendre conscience de l'importance des feedbacks dans l'enseignement. En effet lors de certains tests utilisés dans cet écrit l'expérimentateur ne doit pas donner de feedbacks aux élèves, c'est-à-dire qu'il ne doit pas dire à l'élève si ce qu'il fait est adapté ou non. Certains élèves étaient demandeurs de feedbacks lors de ces phases de test. Ce manque de retour sur leur production a beaucoup interrogé certains élèves qui m'ont alors demandé s'ils réalisaient correctement la tâche. Nous pouvons supposer que c'était dans le but de se rassurer et s'assurer que ce qu'ils faisaient était bien ce que l'on attendait d'eux.

Enfin cet écrit m'a permis de me rendre compte que j'anticipais parfois les résultats des élèves pour certaines tâches selon leurs performances générales. Par exemple, j'ai constaté lors de la passation des différents tests, avoir été surprise par les résultats de certains élèves pour lesquels je pensais qu'ils obtiendraient un score plus élevé. Je me suis ainsi rendu compte que je réalisais involontairement des corrélations entre les performances générales des élèves et leurs compétences sur un item particulier. Désormais j'essaye de ne pas faire d'hypothèses sur les futurs résultats de l'élève afin d'être certaine de ne pas biaiser les évaluations involontairement.

Conclusion

Cette étude nous a permis de montrer que les différentes fonctions exécutives testées lors de cette étude, c'est-à-dire la flexibilité, la mémoire de travail ainsi que l'inhibition, étaient toutes prédictives des performances au puzzle pour les élèves de moyenne et petite section. Nous avons aussi montré qu'elles influençaient le nombre de tentatives d'emboîtement erronées. Les fonctions exécutives ont donc une importance capitale dans les tâches de résolution de problèmes comme celle du puzzle, mais aussi dans tous les autres apprentissages. De plus grâce à la littérature, nous avons aussi pu constater que les fonctions exécutives ont une importance cruciale dans la vie quotidienne des élèves. Il est donc important que le professeur des écoles ait conscience de leur existence ainsi que de leur importance fondamentale dans la vie de ses élèves.

Bibliographie

Barrouillet, P., & Camos, V. (2007). Le développement de la mémoire de travail. *Psychologie du développement et de l'éducation*, 51-86.

Centre de transfert pour la réussite éducative du Québec (CTREQ), (2018). Continuum du développement des fonctions exécutives de la petite enfance à l'âge adulte.

Chevalier, N. (2010). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Concepts et développement. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 51(3), 149-163.
<https://doi.org/10.1037/a0020031>

Chevalier, N., & Blaye, A. (2006). Le développement de la flexibilité cognitive chez l'enfant préscolaire : Enjeux théoriques. *L'Année psychologique*, 569-608. Persée
<http://www.persee.fr>.

Clément, É. (2006). Approche de la flexibilité cognitive dans la problématique de la résolution de problème. In: L'année psychologique. 2006 vol. 106, n°3. pp. 415-434;

Cordier, F., & Pestel, J. (1986). Le puzzle : Étude expérimentale d'un jeu à embarrasser. *Enfance*, 39(4), 445-451. <https://doi.org/10.3406/enfan.1986.2935>

Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. Dissertation Abstracts International, 34(02), 819B.

Duval, S., Bouchard, C., & Pagé, P. (2017). Le développement des fonctions exécutives chez les enfants. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 37, 121-137.
<https://doi.org/10.4000/dse.1948>

Duval, S., Montminy, N., & Gaudette-Leblanc, A. (2018). Perspectives théoriques à l'égard des fonctions exécutives en contexte éducatif chez les enfants d'âge préscolaire. *Neuroeducation*, 5(2), 93-108. <https://doi.org/10.24046/neuroed.20180502.93>

Espy, K. A., & Cwik, M. F. (2004). The Development of a Trial Making Test in Young Children : The TRAILS-P. *The Clinical Neuropsychologist*, 18(3), 411-422. <https://doi.org/10.1080/138540409052416>

Fournier, M., & Albaret, J.-M. (2013). Étalonnage des blocs de Corsi sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6e. *Développements*, 16-17(3), 76. <https://doi.org/10.3917/devel.016.0076>

Garcia, A. C. (2013). Explorers, Detectives, Matchmakers, and Lion Tamers: Understanding Jigsaw Puzzlers' Techniques and Motivations. *American Journal of Play*, 5(3), 308-332.

Hasher, L., Zacks, R. T., & May, C. P. (1999). *Inhibitory control, circadian arousal, and age*. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance. Attention and performance XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (p. 653–675). The MIT Press.

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (MENESR) (2015). Programme d'enseignement de l'école maternelle. repéré à https://www.education.gouv.fr/bo/15/Special2/MENE1504759A.htm?cid_bo=86940#ecole le 03/02/21

Monette, S., & Bigras, M. (2008). La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d'âge préscolaire. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 49(4), 323-341. <https://doi.org/10.1037/a0014000>

Monette, S., Langlois-Cloutier, C., Trépanier, G., Hammes, P., & Bigras, M. (2010). Le Stroop des fruits: une mesure d'inhibition chez les enfants d'âge préscolaire. *Affiche présentée au 32e congrès de la Société québécoise de recherche en psychologie (SQRP), à Montréal.*

Roy, A. (2015a). Approche neuropsychologique des fonctions exécutives de l'enfant : État des lieux et éléments de prospective. *Revue de neuropsychologie*, 7(4), 245. <https://doi.org/10.3917/rne.074.0245>

Roy, A. (2015b). Les fonctions exécutives chez l'enfant: des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire. *Dev*, 7, 13-40.

Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J.-L., & Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 287. <https://doi.org/10.3917/rne.044.0287>

Williams, E. (2020). The benefits of jigsaw puzzles for childhood development. Repéré à <https://www.ozpublishing.com.au/blogs/news/the-benefits-of-jigsaw-puzzles-for-childhood-development> le 06/02/21

Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS) : A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1(1), 297-301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>

Annexes

Sommaire des annexes :

Annexe 1 : image du puzzle utilisé lors des tests.....	1
Annexe 2 : planche avec les différents ours utilisés pour l'étape de métacognition lors de la réalisation du puzzle.....	1
Annexe 3 : exemple de cartes utilisées lors du test du DCCS.....	2
Annexe 4 : exemple de production d'élève pour la planche comportant les distracteurs du test trails-P.....	2

Annexe 1 : image du puzzle utilisé lors des tests



Annexe 2 : planche avec les différents ours utilisés pour l'étape de métacognition lors de la réalisation du puzzle.



Année universitaire 2020-2021

**Master 2 *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*
Mention Premier degré**

Titre du mémoire : Étude de l'influence des fonctions exécutives sur la réalisation de puzzles

Auteur : Céline CAMBULA

Résumé : Les puzzles sont une activité de résolution de problèmes très répandue dans les écoles, notamment en maternelle. C'est une activité dite complexe qui nécessite l'utilisation de processus cognitifs pour être menée à bien. C'est en cela que nous pouvons nous demander s'il existe un lien entre les principales fonctions exécutives, c'est-à-dire, l'inhibition, la mémoire de travail ainsi que la flexibilité avec la réalisation de puzzles. Autrement dit, est-ce que de meilleures capacités dans les différentes fonctions exécutives permettent d'obtenir de meilleures performances aux puzzles. Cette étude a été réalisée auprès d'élèves de maternelle âgés de 3 à 4 ans. Nous leur avons fait passer des tests mesurant les différentes fonctions exécutives ainsi que la vitesse de réalisation d'un puzzle. Grâce aux résultats obtenus nous avons établi des liens entre les différentes fonctions exécutives et la vitesse de réalisation d'un puzzle.

Mots clés : puzzles, fonctions exécutives, inhibition, mémoire de travail, flexibilité.

Abstract: Jigsaw puzzles are a solving problem activity that is very common in schools, especially in kindergarten. It is a complex activity that requires using cognitive processes to be completed. This is the reason why we can ask ourselves if is it a correlation between the main executive functions, that are, inhibition, working memory and flexibility with the realization of puzzles. In other words, does better abilities in different executive functions allows for better performance in jigsaw puzzles ? This study was carried out among students aged 3 to 4. They have passed tests that measure all executives functions and the speed of completing a puzzle. Results show that all the three executives functions measured are correlated with the speed in puzzle making.

Keywords: jigsaw puzzle, executive functions, inhibition, working memory, flexibility