UNIVERSITÉ PARIS 8 DES CRÉATIONS

LABORATOIRE PARAGRAPHE

DysCoo

Thèse de doctorat

Les effets du bilinguisme sur le développement et le fonctionnement cognitif chez les enfants : Flexibilité mentale, inhibition cognitive et mémoire de travail

Samira BOUAYED

Soutenue le 07 Novembre 2025

Sous la direction de Annamaria LAMMEL
Et de Louise GOYET

Discipline
Psychologie

École doctorale
Ecole Doctorale Cognition, Langage, Interaction (ED CLI 224)

Laboratoire/Partenaires de recherche Paragraphe
Dysco

Composition du jury

Annamaria Lammel	Directeur·rice de thèse
Laboratoire	Paragraphe
Louise Goyet	Co-directeur·rice de thèse
Laboratoire	Dysco
Bahia Guellai	Président(e) du jury et rapporteuse
Equipe de recherche	CLLE
Pia Räma	2ème Rapporteur·se
Equipe de recherche	INCC
Françoise Morange-Majoux	Examinatrice
Equipe de recherche	Pargraphe
Karima Mersad	Examinateur.rice
Equipe de recherche	VAC
Cécile Bourdais	Examinateur·rice
Equipe de recherche	CHART
Marie-Anne Hugon	Examinateur·rice
Equipe de recherche	1589

Titre : Les effets du bilinguisme sur le développement et le fonctionnement cognitif chez les enfants : Flexibilité mentale, inhibition cognitive et mémoire de travail.

Résumé

Cette thèse explore les effets du bilinguisme sur les fonctions cognitives, avec un accent particulier sur les fonctions exécutives telles que l'inhibition, la flexibilité mentale et la mémoire de travail. En prenant pour cadre, dans un deuxième temps, les bilingues arabo-francophones, elle examine les influences des caractéristiques linguistiques distinctes de l'arabe et du français sur le traitement de l'information et les stratégies de récupération cognitive.

L'étude s'est appuyée sur une méthodologie rigoureuse impliquant deux groupes d'enfants bilingues et d'enfants monolingues, à qui ont été administrées des tâches évaluant les fonctions exécutives et la mémoire de travail. En parallèle, des questionnaires ont permis de collecter des données qualitatives sur les niveaux d'immersion linguistique, la maîtrise des langues et les stratégies cognitives des participants. Les résultats obtenus mettent en lumière des différences significatives entre les deux groupes, tout en éclairant les corrélations entre les performances cognitives et les habitudes linguistiques.

Les bilingues arabo-francophones se sont distingués par des performances supérieures en mémoire visuo-spatiale et en inhibition, confirmant les avantages cognitifs associés à la gestion simultanée de deux langues. Ces performances sont interprétées dans le cadre des théories de Pascual-Leone sur la maturité des schémas cognitifs, qui mettent en évidence l'évolution des capacités attentionnelles au fil du développement. En revanche, aucune différence significative n'a été observée en flexibilité mentale entre les deux groupes, un résultat qui nuance certaines études antérieures et appelle à considérer le contexte d'apprentissage comme modulateur potentiel.

Les analyses des questionnaires ont révélé des corrélations significatives entre le degré de maîtrise linguistique et les performances cognitives. Les bilingues ayant une immersion équilibrée dans leurs deux langues ont montré une meilleure mémoire visuo-spatiale et des stratégies de traitement plus efficaces. Ces stratégies semblent influencées par les caractéristiques phonologiques et morphologiques des langues, en particulier celles de l'arabe, qui exigent une gestion cognitive plus importante.

Au-delà des performances cognitives, cette thèse met en lumière l'importance des facteurs sociolinguistiques dans la compréhension des effets du bilinguisme. Elle souligne que les caractéristiques des langues parlées par les bilingues influencent non seulement les processus cognitifs mais aussi les mécanismes de récupération de l'information.

Les implications pratiques de ces résultats sont multiples. Sur le plan éducatif, elles suggèrent l'importance d'adopter des approches adaptées aux besoins des enfants bilingues, en valorisant leurs points forts (comme la mémoire visuo-spatiale et le contrôle inhibiteur) tout en apportant un soutien ciblé dans les domaines où ils rencontrent des défis. Dans le domaine clinique, elles offrent des pistes pour développer des interventions cognitives spécifiques visant à optimiser les capacités des enfants bilingues en fonction de leur profil linguistique et culturel.
Cette thèse constitue une contribution significative à la littérature sur le bilinguisme en élargissant la compréhension des interactions entre les langues, les stratégies cognitives et les performances dans les fonctions exécutives. Elle ouvre également la voie à des recherches futures visant à explorer davantage les dynamiques complexes du bilinguisme dans des contextes sociolinguistiques variés et à long terme.

Mots clés : Flexibilité mentale ; Inhibition ; Traitement de l'information visuo-spatiale ; Bilinguisme ; Monolinguisme ; Profils cognitifs ; Fonctions exécutives ; Mémoire de travail ; Neuropsychologie

Title: The Effects of Bilingualism on Cognitive Development and Functioning in Children: Mental Flexibility, Cognitive Inhibition, and Working Memory

Abstract:

This thesis explores the effects of bilingualism on cognitive functions, with a particular focus on executive functions such as inhibition, mental flexibility, and working memory. In its second phase, it specifically examines Arabic-French bilinguals to analyze how the distinct linguistic characteristics of Arabic and French influence information processing and cognitive retrieval strategies.

The study employed a rigorous methodology involving two groups of children — bilinguals and monolinguals — who were administered tasks assessing executive functions and working memory. Simultaneously, questionnaires were used to gather qualitative data on the participants' levels of linguistic immersion, language proficiency, and cognitive strategies. The results highlight significant differences between the two groups, while also shedding light on correlations between cognitive performance and linguistic habits.

Arabic-French bilingual has demonstrated superior performance in visuospatial memory and inhibition, confirming the cognitive advantages associated with managing two languages simultaneously. These performances are interpreted within the framework of Pascual-Leone's theories on the maturity of cognitive schemas, which emphasize the evolution of attentional capacities over development. However, no significant difference was observed in mental flexibility between the two groups, a result that nuances some earlier studies and calls for consideration of the learning context as a potential moderator.

Questionnaire analyses revealed significant correlations between the degree of linguistic proficiency and cognitive performance. Bilinguals with balanced immersion in both languages showed better visuospatial memory and more effective processing strategies. These strategies appear to be influenced by the phonological and morphological characteristics of the languages, particularly Arabic, which demands greater cognitive management.

Beyond cognitive performance, this thesis highlights the importance of sociolinguistic factors in understanding the effects of bilingualism. It emphasizes that the characteristics of the languages

spoken by bilinguals influence not only cognitive processes but also mechanisms of information retrieval.

The practical implications of these findings are numerous. In education, they suggest the importance of adopting approaches tailored to the needs of bilingual children, leveraging their strengths (such as visuospatial memory and inhibitory control) while providing targeted support in areas where they face challenges. In clinical practice, the results offer avenues for developing specific cognitive interventions to optimize the abilities of bilingual children based on their linguistic and cultural profiles.

This thesis makes a significant contribution to the literature on bilingualism by expanding the understanding of interactions between languages, cognitive strategies, and executive function performance. It also paves the way for future research to further explore the complex dynamics of bilingualism in diverse sociolinguistic contexts and over the long term.

Keywords: Mental Flexibility; Inhibition; Visuospatial Information Processing; Bilingualism;

Monolingualism; Cognitive Profiles; Executive Functions; Memory of Work; Neuropsychology

Remerciements

Cette thèse représente pour moi bien plus qu'un travail académique, elle est le reflet d'un parcours personnel marqué par des rencontres et des enseignements précieux. Avant tout, je tiens à rendre hommage à mon père, qui a joué un rôle fondamental dans mon cheminement. C'est lui qui m'a inculqué les valeurs de persévérance, de curiosité scientifique, et l'art d'optimiser l'information pour avancer dans la vie. Son approche méthodique et sa soif de connaissance ont été des inspirations constantes pour moi, me guidant à chaque étape de ce parcours. Ses conseils et son soutien inébranlable ont nourri ma détermination à mener à bien ce projet. C'est en grande partie grâce à lui que j'ai développé cette passion pour l'apprentissage et la recherche, qui continue de m'accompagner aujourd'hui. Mes pensées et ma gratitude lui sont dédiées.

Au cours de mon parcours, j'ai eu la chance de rencontrer une personne qui a joué un rôle clé dans mon évolution intellectuelle et personnelle : Louise Goyet, Co-Directrice de ma thèse. Elle a su éveiller en moi une rigueur méthodologique, un esprit analytique, et surtout une profonde passion pour la recherche. Son soutien constant, son écoute attentive, et ses précieux conseils ont été des piliers tout au long de mon parcours. Louise a fait preuve d'une patience et d'une bienveillance exemplaires, m'encourageant à chaque étape, même dans les moments les plus difficiles. Elle a été pour moi une véritable source d'inspiration, m'enseignant non seulement l'art de l'analyse scientifique, mais aussi la persévérance et l'engagement nécessaires pour aller au bout de ses idées. C'est en grande partie grâce à son encadrement et à sa confiance que j'ai pu mener à bien ce projet, et je lui en suis profondément reconnaissante.

Je tiens particulièrement à exprimer toute ma gratitude à Annamaria Lammel, ma directrice de thèse, pour avoir accepté de m’encadrer tout au long de ce projet. Son esprit, véritable encyclopédie de connaissances inépuisables, m’a offert une source constante d’inspiration et d’apprentissage. Grâce à son encadrement chaleureux et bienveillant, j'ai toujours trouvé un espace où je pouvais m’exprimer ouvertement, partager mes idées, et recevoir des conseils avisés. Annamaria m’a accordé sa confiance dès le début, m’encourageant à repousser mes limites et à croire en mes capacités. Sans son soutien indéfectible et sa vision éclairée, je ne serais pas là aujourd'hui. Merci pour tout ce que vous m'avez transmis, tant sur le plan académique que personnel.

Cette thèse n’aurait pas été possible sans la participation précieuse des enfants participants qui ont pris part à cette étude, ainsi que l'accord bienveillant de leurs parents. Au-delà de la simple collecte de données, chaque rencontre avec ces jeunes participants a été une expérience profondément enrichissante, empreinte d'humanité et de sincérité. Leur enthousiasme et leur curiosité naturelle ont apporté une dimension humaine inestimable à ce travail. Je tiens à remercier sincèrement les parents pour leur confiance et leur soutien, sans lesquels ce projet n'aurait pu voir le jour.

Merci du fond du cœur à ma famille et à mes amis pour leur grand soutien tout au long de cette aventure. Dans les moments de doute, de découragement, comme dans ceux de joie, vous avez été là pour me réconforter, m'encourager et célébrer chaque étape franchie. Votre présence à mes côtés a été essentielle, et je vous suis infiniment reconnaissante de m'avoir accompagnée avec tant de patience et d'amour. Un merci tout particulier à mes enfants, qui m'ont sans cesse rappelé combien ils étaient fiers de leur maman. Vos mots réconfortants et votre fierté m’ont donné la force d’avancer, même dans les moments les plus difficiles. Vous êtes ma plus grande source de motivation.

Je tiens également à remercier chaleureusement Laurence Quet, psychologue de l'Éducation nationale, pour son soutien précieux tout au long de ce parcours. Grâce à son aide et à ses recommandations, j'ai pu entrer en contact avec l'inspecteur et les directeurs d'écoles, ce qui m'a permis de mener à bien mes expérimentations. Son intervention a été déterminante pour faciliter l'accès aux écoles et assurer le bon déroulement des tests. Merci, Laurence, pour ta bienveillance et ton engagement envers mon projet.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à plusieurs personnes qui ont grandement facilité mes expérimentations. Tout d'abord, un grand merci à Mr Pinon-David, Inspecteur de la circonscription Académique de Neuilly-Sur-Marne-Neuilly Plaisance, pour m'avoir autorisé à réaliser mes expérimentations au sein des écoles primaires de Neuilly-sur-Marne. Je tiens également à remercier Mr Abderrahmane El Mhamedi, directeur de l'association AGIR, et Professeur à l’IUT de Montreuil - Université Paris 8-Laboratoire QUARTZ EA 7393 pour sa confiance et son soutien qui m'ont permis de conduire mes recherches au sein de cette structure.

Je suis reconnaissante à Mr Cartailler, directeur de l'école élémentaire Cachan pour sa patience et son autorisation, ainsi que pour avoir mis à ma disposition un bureau pour travailler dans des

conditions optimales. Enfin, je souhaite remercier les enseignants de l'école, dont l'accueil et l'engagement ont été précieux pour le bon déroulement des expérimentations. Votre collaboration a été essentielle à la réussite de ce projet.

Je tiens à remercier chaleureusement tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant d'être membres de mon jury. Leur expertise et leur bienveillance me touchent profondément, et c'est un honneur pour moi de bénéficier de leurs regards éclairés sur cette thèse. Leur participation témoigne de l'importance de cet échange scientifique, et je suis reconnaissante pour le temps et l'attention qu'ils ont accordés à ce travail.

Je dédie cette thèse à toi, papa, qui est parti trop tôt pour être à mes côtés aujourd'hui. Je sais que tu aurais été fier de moi et que tu aurais célébré chaque étape de ce parcours. Souvent, tu te demandais si j'irais jusqu'au doctorat. Eh bien, même si le chemin n'a pas toujours été facile, j'y suis arrivée. Ta mémoire et ton enseignement continuent de me guider, et je porte avec moi l'espoir que tu vois tout ce que j'ai accompli.

Liste des principales abréviations

Mémoire de travail (MT) - Utilisé pour désigner la capacité à maintenir et manipuler des informations en temps réel.

Flexibilité mentale (FM) - Référant à la capacité d'alterner entre différentes tâches ou perspectives.

Visuo-spatial (VS) - Relatif au traitement des informations visuelles et spatiales.

Facteurs sociolinguistiques (FS) - Éléments influençant les interactions entre langue et société.

Langue première (L1) - Première langue apprise.

Langue seconde (L2) - Seconde langue apprise ou utilisée.

Table des matières

Résumé……3
Abstract……6
Remerciements……...10
Liste des principales abréviations……14
Table des matières…….
19 Glossaire……
…….. 15 Introduction Générale……41
Problématique générale sur le bilinguisme……43

Section théorique……50
Partie 1: Le langage……50
Chapitre 1 : Les concepts clefs du langage ……50

I. Introduction…… 50
1. Définition du langage……51
2. Le langage : un outil clé pour la communication sociale…….... 55
3. La communication : un phénomène socio cognitif permettant le partage d'informations 56
3.1. Les aspects non verbaux de la communication…….. 57
3.2. La communication Verbale…….....58

II. Les théories de l'acquisition du langage……...60
1. La théorie du développement cognitif de Piaget : le constructivisme……...61 2. La théorie socioculturelle du développement de Vygotsky sur le rôle des variables sociales dans le développement……...62
3. Les théories innéistes de l'acquisition du langage……64
3.1. Les travaux de Noam Chomsky……..64
3.2. La théorie néo-piagétienne de Pascual-Léone……67
3.3. L'importance du rôle social dans le développement cognitif et linguistique de l'enfant selon Bruner…….... 68
3.4. Le modèle de compétition de la théorie interactionniste……69
3.5. La théorie modulariste de Steven Pinker…… 69
3.6. La théorie de l'apprentissage social selon Tomasello……70
III. Les étapes du développement du langage: du nouveau-né à l'enfant……..71
1. Le développement du langage étudié sous différentes perspectives disciplinaires……...72
2. Approches psycholinguistiques de l'acquisition et du développement du langage…….... 73
2.1. Les grandes étapes du développement du langage…….74
2.1.1. L'interaction entre génétique et expérience environnementale dans le développement du langage……...75

2.1.2. L'influence de l'environnement linguistique sur les interactions prénatales…….....
..76
2.1.3. L'influence de l'expérience prénatale sur la reconnaissance des propriétés prosodiques vocales chez le nouveau-né (synthèse des études menées dans les années

1980/1990).....78
2.1.4. La discrimination des patterns rythmiques des langues chez les nouveau-nés et les nourrissons…… …..80
2.1.5. La perception des contrastes phonétiques en fonction de l'environnement linguistique…… ….81
2.1.6. La perception des indices prosodiques et l'accès à la forme sonore des mots…… ….82
2.1.7. Les prémices de la production langagière……..84
2.2. La communication référentielle chez le nourrisson : Emergence et développement des premiers signes pré-linguistiques……...86
2.3. Le rôle déterminant de l'expérience langagière précoce dans le développement linguistique des enfants……...89
2.4. La perception des contrastes des mots et l'accès à la conceptualisation……91
2.5. L'évolution de la production symbolique chez les enfants entre 2 et 5 ans……96
2.6. Les différents niveaux de réception et de production du message dans le développement du
langage……97
2.7. Synthèse évolutive : Niveaux clés du développement langagier chez les enfants, de la production à la compréhension……99

3.Approche neuropsychologique du développement du langage……..110
3.1. Perspectives biologiques sur la genèse et le développement du langage……111
3.2. Les fondements neuropsycholinguistique dans le traitement du langage……112

IV. L'analyse anthropologique de la dimension culturelle de la langue……122
1.L'approche anthropologique de Dell Hymes……....126
1.1. L'emploi de méthodes ethnographiques…… ……..126
1.2. L'exploration des formes linguistiques dans un environnement pluriculturel et comparatif……. ……..126
1.3. Une attention particulière sur la langue, plus précisément sur les actes de parole (speech acts).....127
1.4. Une focalisation sur les enjeux de pouvoir dans l'élaboration des convenances langagières……127

2. L'approche ethnolinguistique de Giorgio Raimondo Cardona……..……..128
3. L'approche ethnolinguistique de Calame-Griaule……..……..129

V. Anthropologie linguistique et sociologique……..……..130
1. Etude de l'évolution et de la transformation de la langue……..……..131
VI. Conclusion du chapitre 1……. ……..132
Chapitre 2 : La pratique de plusieurs langues……133

I. Introduction…… ……..133
II. Concepts et définitions du plurilinguisme……..135
1. Le bilinguisme : Une approche historiques de l'étude sur le bilinguisme……..……..138

2. Chronologie des définitions générales du bilinguisme……..……..141
3. Les différents types de bilinguisme……...……..144
3.1. Bilinguisme précoce……...……..144
3.2. Bilinguisme tardif……...……..145
3.3. Bilinguisme Coordonnée……146

4. Notion de la Bilingualité…… ……147
4.1. Bilingualité selon le statut des deux langues…… .148
4.2. Bilingualité selon les deux niveaux de compétence dans les deux langues……149

III. Approche psycholinguistique du bilinguisme……..……..149
1.Les aptitudes précoces à percevoir et à traiter les sons de la parole chez les enfants bilingues……152
2. Processus de segmentation de la parole chez les bilingues franco-anglophone : une perspective fonctionnellement monolingue…… ……..158
3. Sensibilité des nourrissons français aux unités rythmiques dans la discrimination des mots multi syllabiques…… ……..159
IV. Approche neuropsycholinguistique du bilinguisme…… ……..163
V. Approche sociolinguistique du bilinguisme……..……..167
1.Les Effets positifs et les effets soustractifs du bilinguisme……169
2. Prise en compte « institutionnelle » du bilinguisme…… ……..171
3. L'influence du bilinguisme sur les apprentissages scolaires……..……..172
VI. Développement des Recherches sur le Bilinguisme et les Tests d'Intelligence : Un Regard

Historique…… ……..177
VII. Les représentations sociales chez les sujets bilingues……..180
VIII. Conclusion du chapitre 2……...……..188
Partie 2: Le langage et la Cognition……...191
Chapitre 3 : Etude du développement et du fonctionnement cognitif……191

I. Le fonctionnement cognitif……..191
1. Définition des fonctions cognitives…… ……..191
II. Les grands domaines du fonctionnement cognitifs……...……..194
1. Le langage…… ……..194

2. Les fonctions exécutives…… ……..195
3. L'attention…… ……..197
4. La perception……. ……..198
5. La mémoire et ses composantes……..……..200
5.1. La mémoire à long terme (MLT)……201
5.2. La mémoire de travail (MDT) ou mémoire à court terme……202

III. La Mémoire de travail (mémoire à court terme)……...…….203
1. Concepts et définitions de la mémoire de travail……...……..203
2.Développement de la Mémoire de Travail et Processus de stockage d'informations.

……..206

3. Les modèles structuraux de la mémoire de travail……..…….211
3.1. Le modèle de mémoire de travail d'Atkinson et Shiffrin (1968).....212
3.2. Le modèle Original de mémoire de travail de Baddeley (1974).....213
3.3. Le modèle d'Engle de mémoire de travail (1990)-du contrôle attentionnel en mémoire de
travail……2
15
3.4. Le modèle de Cowan (1988, 2005, 2010b, 2012……216
3.5. Le modèle de Baddeley (1986)…….218

4. Les systèmes composant la mémoire de travail…….……..220
4.1. La boucle (système) phonologique……220
4.2. Lien entre boucle phonologique et langage……221
4.3. Lien entre Boucle phonologique et émotions……224 4.4. Implication de la boucle phonologique……...225
4.5. Le calepin visuo-spatial……..227
4.6. Implication du calepin visuo-spatial……...229
4.7. Le buffer épisodique: une évolution du modèle de Baddeley (2000).....231

5. Lien entre mémoire de travail et mémoire à court terme……...…….235
6. Lien entre mémoire de travail et inhibition cognitive…….……236
7. Lien entre mémoire de travail et attention……..……236
8. Lien entre mémoire de travail et langage…… ..……237
IV. Conclusion du chapitre 3…… ……..239
Partie 3: Bilinguisme et Fonctions Cognitives……...241
Chapitre 4 : Influence du bilinguisme sur le Développement et le contrôle Cognitif…….241

I. Introduction…… ..……241
1. Objectifs du chapitre…….. ..……242
II. Impact du bilinguisme sur le développement cognitif global……... ..……243
1. Examen des Recherches : Effets Positifs et Négatifs…….……243
2. Comparaison du développement Lexical et Cognitif entre les Enfants Bilingues et Monolingues…….. ..……248
3. Bilinguisme et la Réserve Cognitive……..……249
4. Implications du bilinguisme sur la Flexibilité Cognitive et la Résilience Face au Vieillissement…… ..……252
III. Bilinguisme et Mémoire de Travail…… ..……254
1. Lien entre bilinguisme et mémoire de travail…….……254
2. Comparaison des Performances mnésique entre les enfants bilingues et monolingues ……257
3. Hypothèse de la Charge Cognitive : Influence du bilinguisme sur la Mémoire de Travail ……259
4. Optimisation des Fonctions Exécutives et Performance en Mémoire de Travail chez les Enfants Bilingues……...……..262

5. Optimisation des Fonctions Exécutives et Impact sur la Mémoire de Travail chez les bilingues……..…….264
6. Performance en Mémoire de Travail……. ……..265
IV. Influence du Bilinguisme sur les Fonctions Exécutives……...…….266
1. Bilinguisme et Inhibition…… ……..267
2. Mise à Jour de la Mémoire de Travail chez les enfants bilingues……..267
V. Avantages Cognitifs Potentiels du Bilinguisme…….……..269
1. La Régulation de l'Attention……. ……269
2. La Résolution de Problèmes…… ……..270 3. La Prise de Décision…….. ..……270
VI. Bilinguisme et Développement Socio-Émotionnel……...…….273
1. Théorie de l'Esprit…… ..……..275
2. Empathie et Compétences Interpersonnelles……...…….277
3. Implications pour les Compétences Sociales……. ..……278
VII. Critiques et limites des recherches……. ..……280
1. Identification des Lacunes dans la Recherche Actuelle et Directions pour les Futures Étude…...……..281
2. Mesures cognitives du bilinguisme…….……282
3. Outils d'évaluation de la mémoire de travail chez le sujet bilingue……...…….283
VIII. Conclusion du chapitre 4……...…….287
Conclusion Générale de la partie théorique……..288
Section Méthodologique……290
Introduction de la Partie Expérimentale……...290
Etude Expérimentale 1 : Comparaison des mécanismes d'inhibition chez les enfants bilingues et monolingues……..307
I. Objectifs et hypothèses de l'étude……30
II. Méthode…… ……..309
1.Etude 1: Enfants Bilingues (francophones et autre langue) et monolingues francophone…310
2.Etude 2: Enfants Bilingues (franco-arabophones) et monolingues francophones……312
2. Matériel……...……..314
3. Procédure de Passation du Stroop Victoria…….……..318
4. Cotation……. ……..324
III. Résultats de l'étude 1:Étude Comparative des Enfants Bilingues (francophones et langues variées) et monolingues Francophones âgés de 6 à 10 ans……326
1.Interprétation des Résultats du Groupe 1.1 (enfants de 6 ans à 7 ans et 11 mois) ……..327
2. Interprétation des résultats du groupe 2.1 (enfants de 8 ans à 10 ans et 11 mois). ……...336
3. Interprétation Globale des résultats de l'étude 1……344
IV. Résultats de l'étude 2 : Étude Comparative des Enfants Bilingues franco-arabophones et

monolingues francophones…… 344
1. Objectifs et hypothèses……..346
2. Interprétation des résultats de du groupe 1.2. (Enfants de 6 à 7 ans et 11 mois)……...348
3. Interprétation des résultats du groupe 2.2. (Enfants de 8 ans à 10 ans et 11 mois).....354

V. Conclusion de l'Étude expérimentale 1…… ..358
Etude expérimentale 2 : Comparaison de la flexibilité mentale des enfants bilingues et monolingues dans l'épreuve de fluence verbale…… 360
I. Objectifs et hypothèses…….....361
II. Méthode…… ..363
1. Participants……363
2. Matériel……..367
3. Procédures…… 369
4. Cotation…….. 370
III. Résultats…….. ….371
1. Etude 1 : Étude comparative enfants bilingues (francophones et langues variées) et monolingues francophones âgés de 6 à 10 ans 371
1.1. Interprétation des résultats du Groupe 1.1……373 1.2. Interprétation des résultats du groupe 2.1…….376
2. Etude 2 : Étude enfants bilingues franco-arabophones et enfants monolingues francophones….
……..……378
2.1. Interprétation des résultats du groupe 1.2…….380
2.2. Interprétation des résultats du groupe 2.2…….383

IV. Discussion des résultats……...….385
1. Comparaison Etude 1.1 : Bilingues (langues variées) et Monolingues francophones ….385
2. Comparaison Etude 2 : Bilingues franco-arabophones et Monolingues francophones.....386
3. Conclusion de la discussion……386

V. Analyse transversale…… ….387
1. Effet du bilinguisme sur la fluence lexicale……...387
2. Effet du bilinguisme sur la fluence catégorielle…….387

VI. Implications…….. ….388
VII. Conclusion de l'Étude Expérimentale 2…….. ….388

Etude expérimentale 3 : Comparaison des composantes verbale et visuo-spatiale de la mémoire de travail chez les enfants bilingues et monolingues…….....392 I. Mémoire Visuo-spatiale : L'épreuve des Cubes de Corsi……..….393
1. Objectifs et hypothèses……. ….393
2. Méthode…… ….394
2.1. Participants……. ….394
2.1.1. Etude 1 : Bilingues (langues variées) et monolingues francophones…….394
2.1.2. Etude 2 : Bilingues franco-arabophones et monolingues francophones……..396
3. Matériel……..….398
4. Procédure…….. …….400
5. Résultats…….….405
5. 1.Etude 1 : Bilingues (langues variées) et monolingues francophones…… ….405
5.1.1. Groupe 1.1. âgé de 6 ans à 7 ans et 11 mois…….405
5.2. Groupe 2.1 âgé de 8 ans à 10 ans et 11 mois……...413
6. Etude 2 : Bilingues franco-arabophones et monolingues francophones…….....413
7. Hypothèse d'explication…….. …427
II. Mémoire auditivo-verbale : Subtest WISC-V…… …427
1. Objectifs et Hypothèses…….. …427
2. Méthode…….. …427
2.1. Participants……..427
2.2. Matériel……429
3. Résultats…… ……434
4.Conclusion générale de l'étude expérimentale 3…….437
Etude expérimentale 4: Analyse contextuelle du bilinguisme à travers un questionnaire parental……441
I. Objectif et hypothèses…… .441

II. Méthode……...443

1. Participants……..443
2. Matériel……443
3. Résultats des analyses des corrélations entre variables linguistique, cognitives et socio-culturelles…….....445
3.1. Analyse des corrélation entre mémoire de travail (MT) et fréquence d'utilisation de la seconde langue…….445
3.2. Analyse des corrélations entre niveau d'étude des parents des participants et performance de la mémoire de travail……..447
3.3. Analyse des corrélation entre Niveau d'étude des parents et valorisation de la seconde langue…….449
4. Discussion : Rôle des contextes sociolinguistiques et culturels dans le développement cognitif des enfants bilingues……..…451

Discussion Générale……454

1. Bilinguisme et fonctions exécutives: un effet différencié selon les domaines cognitifs……455
2. Influence des caractéristiques linguistiques et culturelles……..455
3. Rôle des variables contextuelles et socioéconomiques……..456
4. Limites méthodologiques et perspectives……..456
5. Une approche intégrative du bilinguisme……..457

Conclusion Générale de la thèse…….458

Bibliographie……..462

Annexes……..495

Table des Figures

Figure 1 : Décomposition par niveaux de la production et réception d'un message linguistique (Nespoulous, 2011, p 208 ; cf. Caron, 1989)- —----------page 109
Figure 2 : Maturation du cortex cérébral (selon Campbell, 1986) ; (Lussier & Flessas, 2009)----------page 114
Figure 3 : Modèle à double flux de l'anatomie fonctionnelle du langage (Hickock & Poeppel, Vol 8, Mai 2007 p 395)----------page 115
Figure 4 : Détails anatomiques et cytoarchitectoniques de l'hémisphère gauche (Friederici, 2011). (Physiological reviews, 91(4), 1357-1392)----------page 117 Figure 5 : Les aires cérébrales associées aux fonctions cognitives (Le cerveau et les apprentissages ; Houdé, Borst et al., 2018)----------page 193 Figure 6 : Taxinomie/ Taxonomie des systèmes de mémoire à long terme (MLT : Squire LR.
Memory Systems of the Brain. Neuro, 2004)----------page 201 Figure 7 : Représentation simplifiée du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1969)-Modèle basé sur l'étude de Clavien (2003).----------page 213 Figure 8: Première formulation du Modèle de Baddeley & Hitch (1974).----------page214
Figure 9 : Modèle de la mémoire de travail de Cowan —---------- —----------page 216
Figure 10: Modèle de mémoire de travail de Baddeley (1986)----------page 219
Figure 11: Les différents composants de la mémoire de travail ainsi que leurs fonctions selon Baddeley (1986)---------- ----------page 220
Figure 12 : Schéma du Modèle de la boucle phonologique) —----------page 222
Figure 13 : Relation entre l'empan et le taux d'articulation (Barrouillet et Camos, 2007)----------page 226
Figure 14 : Illustration des Aires de Brodmann (1909) - —----------page 228
Figure 15: Modèle de Baddeley (2000) avec l'ajout du buffer épisodique.----------page 233
Figure 16: Schéma du modèle de Baddeley, Allen et Hitch (2011).----------page 234
Figure 17: Compatibilité Stimulus-Réponse et Effet Simon—----------page285 Figure 18: Répartition des participants bilingues (tout âge, tout niveau scolaire)

selon la 2nd langue—----------page 297
Figure 19: Répartition des bilingues en fonction du niveau scolaire (CP, CE1, CE2, CM1, CM2).----------page 298
Figure 20: La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV(f-SV,) – Adaptation francophone, Novembre 2009—----------page 317
Figure 21: La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)a-Planche : 1 – Couleurs ©—----------page 319
Figure 22: La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)-Planche : 2 – Mots (M)----------page 320
Figure 23: La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV) a-Planche : 3 – Interférence (I)----------page 321
Figure 24 : Comparaison du temps moyen (erreurs-types) de réalisation pour chaque planche selon les indices d'interférence faible et forte entre bilingues (toutes langues) et monolingues (Groupe 1.1), âgés de 6 à 7 ans et 11 mois sur les 3 planches du test Stroop-Victoria (f-SV) et les erreurs types—----------page 330
Figure 25: Comparaison du nombre d'erreurs moyennes (planches confondues) chez les bilingues (toutes langues) et les monolingues du Groupe 1.1, âgés entre 6 à 7 ans et 11 mois—----------page 332
Figure 26 : Comparaison des temps moyens (erreurs type) de réalisation au test de Stroop entre les bilingues (langues variées) et les monolingues du Groupe 2.1 (8 à 10 ans et 11 mois), pour les trois planches du Stroop-Victoria.----------page 338
Figure 27: Comparaison du nombre moyen (erreurs types) d'erreurs (toutes planches confondues et tout type d'erreurs confondues) chez les bilingues et les monolingues (Groupe 2.1), âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.----------page 340
Figure 28 : Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) total d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 1.2)----------page 350
paraison du nombre moyen (erreurs-type) d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 1.2)----------page 352

Figure 30: Comparaison des temps moyen (erreurs-type) de réalisation de la tâche de Stroop chez les sujets bilingues arabo-francophones et monolingues francophones (Groupe 2.2), âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.----------page 356
Figure 31: Comparaison des erreurs (erreurs-type) d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 2.2)----------page 358
Figure 32: Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence verbale lexicale et catégorielle entre enfants bilingues précoces et monolingues francophones (Groupe
1.1 : 6 à 7 ans et 11 mois)----------page 373
Figure 33: Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence lexicale et catégorielle entre enfants bilingues précoces et monolingues francophones (Groupe 2.1 : 8 à
10 ans et 11 mois)----------page 376
Figure 34 : Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence lexicale et catégorielle entre enfants bilingues franco-arabophones s et monolingues francophones
(Groupe 1 : 6 à 7 ans et 11 mois)----------page 379

Figure 35 : Comparaison du nombre moyen (erreurs types) de mots produits en fluence lexicale et catégorielle entre enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 2.2 : 8 à 10 ans et 11 mois)----------page 383
Figure 36 : Photos des blocs de Corsi.----------page 399
Figure 37: Mémoire spatiale – ordre direct.----------page 401
Figure 38 : Illustration des critères de réussite à l'épreuve des cubes de Corsi ----------page 402
Figure 39 : Exemple d'erreurs de direction D —----------page 402
Figure 40 : Exemple d'erreurs de Localisation L —----------page 403
Figure 41 : Exemple d'erreurs de nombre N —----------page 404
Figure 42 : Nombre moyen (erreurs-types) de séquences correctement rappelées (ordre direct) rappelées à la tâche de mémoire visuo-spatiale (ordre direct) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones (Cycle 2, 6 à 7 ans et 11 mois)page 406

Figure 43: Nombre moyen (erreurs types) d' erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre direct) chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 6 à 7 ans et 11 mois—----------page 409.
Figure 44: Nombre moyen (erreurs-types) de séquences correctement rappelées à la tâche de mémoire visuo-spatiale (ordre indirect) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones (Cycle 2, 6 à 7 ans et 11 mois).----------page 411
Figure 45: Nombre moyen (erreurs types) d' erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre indirect)chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 6 à 7 ans et 11 mois.----------page 413
Figure 46: Nombre moyen (erreurs types) de séquences correctement rappelées à la tâche de mémoire visuo-spatiale (ordre direct) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones de Cycle 3 (8 à 10 ans et 11 mois).----------page 414
Figure 46: Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre direct)chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.----------page 416
Figure 47: Nombre moyens (erreurs type) de séquences correctement rappelées en ordre indirect à la tâche des cubes de Corsi ((ordre indirect) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones de Cycle 3 (âgés de 8 à 10 ans et 11 mois).--page 418
Figure 48: Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs réalisé lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre indirect) chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.----------page 420
Figure 49: Nombre moyens (erreurs type)de séquences correctement rappelées à la tâche des cubes de Corsi (ordre direct)chez les enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Cycle 2, 6 à 7 ans et 11 mois).----------page 422

Figure 50: Nombre moyen (erreurs types) de séquences correctement produites en Mémoire Visuo-spatiale ordre indirect (Bilingues franco-arabophones Vs. Monolingues francophones ; Cycle 2 , (enfants âgés de 6 à 7 ans et 11 mois).----------page 423
Figure 51: Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre direct et indirect)chez les sujets bilingues franco-arabophones et monolingues âgés de 6 à 7 ans et 11 mois.----------page 425
Figure 52: Nombre moyen (erreurs types) de production de séquences correctement rappelées lors de la tâche des cubes de Corsi Ordre direct (bilingues franco-arabophones Vs.

monolingues francophones ; Cycle 3, âgés de 8 à 10 ans et 11 mois).----------page 427
Figure 53: Nombre moyen (erreurs types) de production de séquences correctement rappelées en Mémoire Visuo-spatiale ordre indirect (bilingues franco-arabophones Vs. monolingues francophones ; Cycle 3, âgés de 8 à 10 ans et 11 mois).----------page 429
Figure 54: Nombre moyen (erreurs- types) des erreurs de direction produites par les enfants bilingues franco-arabophones Vs Monolingues francophones âgés de 8 à 10 ans et 11 mois-----------page 430
Figure 55: Nombre moyen (erreurs types) des erreurs de localisation produites par les enfants bilingues franco-arabophones Vs Monolingues francophones âgés de 8 à 10 ans et 11 mois- ----------page 431
Figure 56: Nombre moyen des erreurs de nombre produites par les enfants bilingues franco arabophones Vs Monolingue francophones âgés de 8 à 10 ans et 11 moi----------page 432
Figure 57 : Nombre moyen des erreurs produites par les enfants bilingues franco-arabophones Vs Monolingue francophones âgés de 6 à 7 ans et 11 mois—----------page 433
Figure 58: Épreuve de mémoire des chiffres (ordre direct et ordre indirect ou inversé et ordre croissant) tirée de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants (5e édition ; Pearson, 2016).----------page 438
Figure 59: Épreuve Séquence lettres-chiffres tirée de l'Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants (5e édition ; Pearson, 2016).----------page 440
Figure 60: Nombre moyens (erreurs types) de mémoire des chiffres (ordre direct, ordre indirect et ordre croissant) et séquences lettres chiffres des enfants bilingues (langues variées) Vs enfants monolingues—----------page 442
Figure 61: Échelle d'évaluation de la production et de la compréhension de la seconde langue. ----------page 451
Figure 62: Modèle d'échelle d'évaluation de l'importance d'utilisation de la seconde langue–----------page 452
Figure 65: Corrélation entre la fréquence d'utilisation de la seconde langue et les performances de la mémoire de travail—----------page 454
Figure 67: Corrélation entre le niveau d'étude des parents et les performances de la mémoire de travail—----------page 456
Figure 68: Corrélation entre le niveau d'étude des parents et la valorisation de la seconde langue —----------page 458

Glossaire

Bilinguisme

Capacité d'un individu à utiliser couramment deux langues. Le bilinguisme peut être simultané, lorsque les deux langues sont acquises dès la naissance, ou successif, lorsque la seconde langue est apprise après la première.

Flexibilité mentale

Aussi appelée flexibilité cognitive, elle désigne la capacité à adapter ses stratégies de pensée ou d'action en réponse à des stimuli changeants ou à des situations nouvelles. Elle permet de passer d'une tâche ou d'une opération cognitive à une autre.

Inhibition cognitive

Capacité à résister aux distractions ou à inhiber une réponse attendue ou un commentaire spontané.
Elle est essentielle pour contrôler les impulsions et se concentrer sur les tâches pertinentes.

Fonctions exécutives

Ensemble de processus cognitifs de haut niveau impliqués dans l'autorégulation des actions et des comportements en réaction à des contraintes environnementales. Elles incluent notamment le contrôle inhibiteur, la mise à jour en mémoire de travail et la flexibilité mentale.

Mémoire de travail

Capacité à maintenir et à manipuler temporairement des informations pour réaliser des tâches complexes telles que le raisonnement, l'apprentissage et la compréhension. Elle est essentielle pour le traitement de l'information en temps réel.

Traitement de l'information

Ensemble des processus par lesquels le cerveau perçoit, analyse, stocke et récupère des données sensorielles et cognitives, incluant l'attention, la perception, la mémoire et la prise de décision.

Régulation émotionnelle

Capacité à moduler ses émotions de manière adaptative en fonction du contexte, en utilisant des stratégies pour influencer l'expérience et l'expression des émotions.

Cognition

Ensemble des processus mentaux impliqués dans l'acquisition, le traitement, le stockage et l'utilisation des connaissances, comprenant des fonctions telles que la perception, la mémoire, l'attention, le langage, le raisonnement et la prise de décision.

Langue et langage

- **Langue** : Système de signes vocaux ou graphiques utilisé par une communauté pour communiquer.
- **Langage** : Capacité humaine à acquérir et à utiliser des systèmes de communication complexes, incluant les langues parlées, écrites ou gestuelles.

Communication verbale et non verbale

- **Communication verbale** : Transmission d'informations à l'aide de mots, que ce soit à l'oral ou à l'écrit.
- **Communication non verbale** : Transmission d'informations sans l'utilisation de mots, incluant les gestes, les expressions faciales, la posture et le ton de la voix.

Paradigme du Stroop

Tâche cognitive utilisée pour évaluer le contrôle inhibiteur, consistant à nommer la couleur de l'encre d'un mot qui désigne une couleur différente, nécessitant de supprimer la lecture automatique du mot au profit de la dénomination de sa couleur.

Charge cognitive

Quantité d'effort mental utilisé dans la mémoire de travail. Une charge cognitive élevée peut entraver l'apprentissage et la performance, surtout si les ressources cognitives sont dépassées.

Apprentissage implicite et explicite

- **Apprentissage implicite** : Processus d'acquisition de connaissances de manière non consciente, souvent sans intention délibérée, comme l'apprentissage des structures grammaticales d'une langue maternelle.
- **Apprentissage explicite** : Processus d'acquisition de connaissances de manière consciente et intentionnelle, souvent associé à l'étude formelle et à la mémorisation.

Théorie du contrôle attentionnel

Propose que l'attention est une ressource limitée et que son allocation est influencée par des facteurs internes (comme la motivation) et externes (comme la complexité de la tâche), suggérant que le contrôle attentionnel est essentiel pour la régulation des pensées et des actions.

Switching cognitif

Aussi appelé alternance cognitive, il s'agit de la capacité à passer d'une tâche ou d'un ensemble de règles cognitives à un autre en fonction des exigences de l'environnement, cette flexibilité étant cruciale pour l'adaptation à des situations changeantes.

Test de Flanker

C'est une tâche utilisée en psychologie cognitive pour évaluer le contrôle attentionnel et l'inhibition des distractions. Le participant doit indiquer la direction d'une flèche centrale tout en ignorant les flèches environnantes qui peuvent être congruentes (pointant dans la même direction) ou incongruantes (pointant dans la direction opposée).

Monitoring

En psychologie cognitive, cela désigne la capacité à surveiller, ajuster et contrôler ses réponses face à des stimuli en temps réel. Ici, il s'agit d'évaluer la capacité des participants à gérer les interférences et à maintenir leur attention sur la tâche.

Introduction Générale

Le bilinguisme est une réalité mondiale qui touche des millions de personnes et constitue une dimension essentielle de l'éducation, des interactions sociales et de la culture. Dans un contexte où les sociétés deviennent de plus en plus multiculturelles et multilingues, la compréhension des implications cognitives et neuropsychologiques et sociales du bilinguisme revêt une importance particulière. Cette thèse s'inscrit dans ce cadre en explorant l'impact du bilinguisme sur les fonctions cognitives, avec un accent particulier sur les fonctions exécutives, telles que l'inhibition, la flexibilité mentale et la mémoire de travail. Elle vise également à étudier comment les caractéristiques linguistiques propres à chaque langue influencent ces fonctions.

Contexte théorique

Les recherches sur le bilinguisme ont longtemps mis l'accent sur ses avantages et inconvénients cognitifs. Depuis les travaux fondateurs de Peal et Lambert (1962), de nombreuses études ont montré que les locuteurs bilingues tendent à développer un meilleur contrôle cognitif par rapport aux locuteurs monolingues, notamment en raison du traitement simultanée de deux systèmes linguistiques. Cette gestion constante sollicite fortement les fonctions exécutives, un ensemble de processus cognitifs impliqués dans la régulation du comportement, la planification et l'inhibition des réponses inappropriées (Miyake et al., 2000). Par ailleurs, l'exposition prolongée à un environnement bilingue améliore la flexibilité cognitive, c'est-à-dire la capacité à passer rapidement d'un cadre conceptuel à un autre. Ce phénomène est particulièrement observable dans des tâches nécessitant une adaptation rapide aux changements de règles ou d'informations, comme celles évaluées par le Test de tri des cartes du Wisconsin (Bialystok et al., 2004). Certaines recherches, même, suggèrent que cette stimulation cognitive régulière pourrait avoir des effets protecteurs contre le vieillissement cérébral. Des études longitudinales ont montré que le bilinguisme retarde l'apparition des symptômes de la maladie d'Alzheimer d'environ 4 à 5 ans, probablement en raison d'une réserve cognitive plus importante (Craik, Bialystok & Freedman, 2010). Ces bénéfices se manifestent principalement dans les fonctions exécutives, telles que l'inhibition cognitive (la capacité à ignorer des informations non pertinentes), la flexibilité mentale (la capacité à alterner entre différentes tâches ou perspectives) et la mémoire de travail (le maintien et la manipulation d'informations en temps réel) et les processus de planification.

Cependant, les études présentent des résultats parfois contradictoires. Si certaines mettent en avant des avantages cognitifs dans le contrôle exécutif, l'attention sélective et la flexibilité cognitive (Bialystok, 2017 ; Green & Abutalebi, 2013), d'autres en soulignent des limitations, notamment dans des domaines spécifiques comme la mémoire à long terme ou la mémoire visuo-spatiale. Concernant la mémoire à long terme, certaines recherches suggèrent que les locuteurs bilingues peuvent présenter un coût mnésique, en raison d'un accès lexical plus lent et d'une importante interférence entre les deux langues. Ce phénomène peut rendre la récupération des informations plus difficile, notamment dans des tâches nécessitant un rappel rapide de mots ou d'événements spécifiques (Ivanova & Costa, 2008). Ces divergences s'expliquent en partie par les différences méthodologiques et les variations dans les populations étudiées (par exemple, le type de bilinguisme, l'âge d'acquisition, ou encore le degré de maîtrise des langues).

Dans ce contexte, cette thèse adopte une perspective spécifique en étudiant les bilingues toutes langues confondues et parmi ces derniers, les bilingues arabo-francophones. Ce groupe présente un intérêt particulier en raison des caractéristiques linguistiques distinctes de l'arabe et du français, qui diffèrent sur le plan phonologique, morphologique et syntaxique. Ces différences pourraient influencer non seulement les performances dans les tâches cognitives, mais aussi les stratégies de traitement et de récupération de l'information.

Problématique générale sur le bilinguisme

Malgré les progrès significatifs dans la compréhension du bilinguisme, plusieurs questions restent ouvertes que cette étude cherche à répondre :

1. **Le bilinguisme améliore-t-il les fonctions exécutives ?**

Plusieurs recherches ont suggéré que les bilingues développent un **meilleur contrôle exécutif**, en raison de la nécessité d'inhiber l'une des deux langues lorsqu'ils en utilisent une autre.

Le bilinguisme favorise-t-il une amélioration de l'inhibition cognitive, de la flexibilité mentale et de la mémoire de travail, par rapport aux locuteurs monolingues ?

Ces bénéfices sont-ils observés chez tous les bilingues, ou sont-ils modulés par des facteurs tels que l'âge d'acquisition, la fréquence d'utilisation des langues, et le degré d'équilibre entre les deux langues ?

2. **Le bilinguisme entraîne-t-il des coûts cognitifs, notamment en matière d'accès lexical et de mémoire ?**

Certaines études montrent que les bilingues mettent plus de temps à accéder aux mots en raison d'une activation simultanée des deux lexiques, ce qui peut induire un coût mnésique.

Dans quelle mesure ces effets affectent-ils la rapidité et la précision de la récupération lexicale chez les bilingues ?

Le bilinguisme influence-t-il la mémoire de travail, en particulier dans des tâches de rappel de mots ou d'événements personnels ?

Existe-t-il un effet de compensation, où les avantages liés aux fonctions exécutives permettent de contrebalancer d'éventuels coûts mnésiques ?

3. **Comment les bilingues gèrent-ils l'activation et l'inhibition de leurs deux langues?**

Le bilinguisme implique un contrôle cognitif constant pour sélectionner et inhiber la langue non pertinente selon le contexte de communication.

Quels sont les processus cognitifs et neuronaux qui permettent cette régulation ?

Le contrôle cognitif des bilingues diffère-t-il selon qu'ils pratiquent un bilinguisme avec alternance de code fréquente (code-switching) ou un bilinguisme plus strictement cloisonné ?

Ces questionnements constituent également un point d'entrée pour explorer plus en détail le cas particulier des bilingues arabo-francophones, qui sera abordé comme une spécificité de cette recherche.

Effectivement, cette deuxième partie porte sur l'influence des particularités linguistiques de l'arabe et du français sur les fonctions exécutives des locuteurs bilingues arabo-francophones. L'arabe et le français diffèrent en effet sur plusieurs plans :

Le système d'écriture (de droite à gauche pour l'arabe, de gauche à droite pour le français), sollicitant des compétences visuo-spatiales distinctes.

La structure morphologique (l'arabe étant une langue à racines et schèmes, tandis que le français suit un modèle flexionnel plus linéaire), impliquant potentiellement des stratégies cognitives différentes en matière de traitement lexical.

La phonologie (présence de sons et de règles phono tactiques spécifiques à chaque langue), pouvant affecter le développement des processus de discrimination auditive et de contrôle phonologique.

Ces caractéristiques différenciées soulèvent la question de savoir si le bilinguisme arabo francophone entraîne des effets cognitifs spécifiques sur les fonctions exécutives (inhibition cognitive, flexibilité mentale, mémoire de travail) et si ces effets diffèrent de ceux observés chez les monolingues francophones. En d'autres termes, le bilinguisme arabo-français confère-t-il un avantage particulier sur le plan du contrôle exécutif, ou au contraire présente-t-il des défis cognitifs supplémentaires par rapport à d'autres types de bilinguisme ou au monolinguisme ?

En parallèle, cette étude s'intéresse également aux stratégies cognitives mises en place par les locuteurs bilingues arabo-francophones pour gérer ces différences structurelles entre leurs deux langues. L'hypothèse sous-jacente est que les bilingues développent des mécanismes compensatoires, tels qu'une inhibition élevée, une adaptabilité lexicale renforcée ou une flexibilité cognitive améliorée, leur permettant d'optimiser leur gestion des deux langues et de limiter les interférences linguistiques.

Ainsi, cette spécificité de la recherche vise à répondre aux questions suivantes :

1. Comment les caractéristiques linguistiques propres à l'arabe et au français influencent-elles les fonctions exécutives des locuteurs bilingues arabo-francophones ?
2. Ces effets diffèrent-ils de ceux observés chez les monolingues francophones ?
3. Quelles stratégies cognitives sont mises en place par ces bilingues pour compenser les différences structurelles entre leurs deux langues ?

Ces questions sont particulièrement pertinentes dans le cadre de la psychologie du développement, car elles permettent d'éclairer les mécanismes sous-jacents au développement cognitif des enfants bilingues. En effet, la compréhension des effets du bilinguisme sur les fonctions exécutives et les stratégies d'adaptation cognitive peut aider à mieux cerner les

trajectoires développementales des enfants bilingues et à identifier les facteurs favorisant leur réussite scolaire et cognitive.

Il est clair que ces recherches ne se limitent pas à une approche théorique, mais offrent des perspectives concrètes pour l'éducation, la remédiation cognitive et l'inclusion scolaire, contribuant ainsi à un meilleur accompagnement des enfants bilingues ayant des besoins spécifiques.

Objectifs de la recherche

Cette thèse a trois objectifs principaux :

1. Explorer les différences dans les performances cognitives entre les enfants bilingues et les monolingues, en mettant l'accent sur les fonctions exécutives (inhibition, flexibilité mentale et mémoire de travail).
2. Identifier des différences en termes de profils cognitif comportemental entre bilingues et monolingues.
3. Examiner comment les particularités linguistiques de l'arabe et du français influencent les stratégies de traitement et de récupération de l'information chez les bilingues.
4. Identifier les corrélations entre les performances cognitives et les données collectées à travers des questionnaires évaluant les niveaux d'immersion, de maîtrise et d'utilisation des langues.

Méthodologie

Pour atteindre ces objectifs, une approche multidimensionnelle a été adoptée, combinant différentes méthodes d'évaluation afin d'obtenir une compréhension plus approfondie des effets du bilinguisme sur le fonctionnement cognitif. Cette approche repose sur l'utilisation d'épreuves standardisées ciblant plusieurs dimensions du contrôle cognitif, notamment les fonctions exécutives et la mémoire. Ainsi, des tâches évaluant l'inhibition cognitive, la flexibilité mentale, la mémoire de travail ont été administrées à deux groupes d'enfants : bilingues et monolingues. L'intégration de ces différentes mesures permet d'analyser de manière plus fine les spécificités cognitives du bilinguisme et d'examiner les éventuels effets différentiels entre les deux groupes.

En parallèle, des questionnaires ont permis de recueillir des données sur les caractéristiques linguistiques des participants, leurs habitudes d'utilisation des langues et leurs stratégies cognitives.

Les résultats ont été analysés en utilisant des méthodes statistiques avancées, notamment des analyses de variance et des corrélations, afin d'identifier les différences entre les groupes et les relations entre les variables.

Contribution de la thèse

Cette recherche contribue à la compréhension des liens entre bilinguisme et cognition, en mettant en lumière les effets spécifiques des caractéristiques linguistiques sur les fonctions exécutives. Elle offre également des perspectives nouvelles sur les stratégies cognitives adoptées par les bilingues et souligne l'importance d'intégrer les dimensions linguistiques dans l'étude des fonctions cognitives.
En outre, les résultats de cette thèse ont des implications pratiques dans les domaines de l'éducation et de la psychologie du développement et de la neuropsychologie. Ils peuvent informer les pratiques pédagogiques visant à soutenir le développement des enfants bilingues et contribuer à l'élaboration de programmes adaptés à leurs besoins cognitifs, notamment :

L'éducation et l'apprentissage des langues
Adapter les méthodes pédagogiques pour optimiser le développement des compétences langagières et cognitives des enfants bilingues.

Développer des stratégies pédagogiques tenant compte des différences structurelles entre les langues et des défis cognitifs spécifiques liés au bilinguisme (ex. charge cognitive, interférence linguistique).

La prise en charge des enfants présentant des troubles du développement

Troubles spécifiques du langage (TSL/Dysphasie) : certains enfants bilingues peuvent être à risque de retard dans le développement lexical ou syntaxique, et il est essentiel de différencier un trouble du langage d'un simple décalage lié au bilinguisme.

Troubles des apprentissages (Dyslexie, Dysorthographie, Dyscalculie) : une meilleure connaissance des stratégies cognitives des bilingues permettrait d'adapter les approches éducatives et thérapeutiques pour ces enfants.

Troubles de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) : étant donné que les fonctions exécutives sont affectées par le bilinguisme, il est pertinent d'examiner comment ces enfants bilingues gèrent leurs difficultés attentionnelles et quelles stratégies spécifiques peuvent être mises en place.

L'inclusion et l'accompagnement des enfants allophones en milieu scolaire

Développer des programmes d'accompagnement spécifiques pour les enfants issus de familles immigrées ou exposés à plusieurs langues à la maison, afin de faciliter leur intégration scolaire et sociale.

Mettre en place des outils d'évaluation adaptés aux enfants bilingues pour éviter les biais dans l'identification des troubles du langage ou des apprentissages.

Ainsi, cette thèse s'inscrit dans une dynamique de recherche visant à mieux comprendre les implications cognitives du bilinguisme, tout en offrant des pistes concrètes pour l'amélioration des pratiques éducatives et cliniques.

Section Théorique

Partie I : Le langage

Chapitre 1 : Les concepts clefs du langage monolingue

I. Introduction

Le langage constitue l'une des caractéristiques les plus distinctives de l'espèce humaine. Depuis l'Antiquité, de nombreux penseurs ont tenté de comprendre son origine et son développement, donnant lieu à des débats philosophiques et scientifiques autour des notions de nature et de culture, d'inné et d'acquis, d'espèce et d'individus. Parmi eux, Platon (IVe siècle av. J.-C.) évoquait déjà dans le *Cratyle* la question de savoir si les mots sont arbitrairement attribués ou s'ils reflètent une essence naturelle des choses. Plus tard, Aristote (IVe siècle av. J.-C.) considérait le langage comme une faculté propre à l'homme, inscrite dans sa nature rationnelle.

À l'époque moderne, Descartes (1637), dans son *Discours de la méthode*, opposait la parole humaine, manifestation de la pensée rationnelle, aux signaux instinctifs des animaux, tandis que Rousseau (1755), dans son *Essai sur l'origine des langues*, voyait dans le langage un produit de la société et de l'évolution culturelle. Ces débats ont ensuite été enrichis par des perspectives linguistiques et cognitives contemporaines, notamment avec Chomsky (1957) et sa théorie de la grammaire universelle, qui postule l'existence d'un dispositif inné d'acquisition du langage, et Piaget (1959), qui considérait le développement du langage comme un processus issu de l'interaction avec l'environnement et des structures cognitives en formation.

Les avancées scientifiques en biologie, en anthropologie, en paléontologie, en psychologie et en linguistique ont permis de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à l'acquisition du langage chez les êtres humains. Ce premier chapitre se penche sur les fondements théoriques

de l'acquisition du langage, en répondant à des questions fondamentales telles que la nature des capacités initiales à la source du processus d'acquisition, les mécanismes mis en œuvre, et les variables qui permettent la progression dans l'acquisition du langage.

1. Définition du langage

Le langage à caractère social et culturel constitue une bien vaste notion qui englobe la communication et l'expression. Il est représenté par des signes différenciés, permettant un échange d'informations et de messages à travers la parole. Celle-ci, propre au langage humain, exprimée dans une langue déterminée, mais n'utilise pas essentiellement la voix, puisque tous les langages ne sont pas forcément parlés, tels que la gestualité, le regard et les émotions. Il se traduit sous l'analyse de trois termes essentiels : un moyen de communication défini par tous les codes pouvant servir à communiquer, une langue exprimant un système de signes particuliers, doublement articulé, et enfin la faculté à produire et à utiliser une langue. Il est avant tout un système de signes, une union conventionnelle mais arbitraire d'un signifiant et d'un signifié.

Cette notion est soutenue par de nombreuses références récentes dans des domaines tels que la linguistique, la philosophie, la psychologie, la sociologie, l'anthropologie et les neurosciences. Chaque discipline apporte un éclairage spécifique sur la nature et les fonctions du langage. En linguistique, Noam Chomsky (2000) définit le langage comme « un système de représentation mentale utilisé pour exprimer des pensées et des idées ». Cette approche met en avant la dimension cognitive et innée du langage, considérant qu'il repose sur une structure universelle propre à l'espèce humaine, indépendamment de la culture ou de l'environnement. De même, en psychologie cognitive, Steven Pinker (1994) définit le langage comme « un ensemble de règles pour la communication entre les individus ou des groupes ».

Dans une perspective sociologique, le langage est un instrument de structuration sociale. Bourdieu (1991), dans *Ce que parler veut dire*, considère que « le langage est un instrument de pouvoir et de domination ». Cette approche met en lumière la dimension symbolique et hiérarchique du langage, soulignant que l'usage des mots, des accents et des registres linguistiques reflète et perpétue des inégalités sociales. Cette perspective souligne que le langage n'est jamais neutre : il est traversé par des rapports de force et contribue à la

reproduction des hiérarchies sociales. En anthropologie, Edward Sapir (1921), dans *Language: An Introduction to the Study of Speech*, affirme que « le langage est la clé de toute culture ».

2. Le langage : un outil clé pour la communication sociale

Le langage constitue un outil fondamental de la communication sociale, permettant aux individus d'échanger des informations, de transmettre des intentions et de construire des relations interpersonnelles. Il ne se limite pas à une simple transmission de messages, mais participe activement à l'organisation des interactions sociales et à la structuration des relations humaines. En ce sens, le langage joue un rôle central dans la socialisation de l'individu, dès les premiers échanges entre le nourrisson et son environnement.

La communication humaine repose sur un ensemble de codes partagés, verbaux et non verbaux, qui permettent aux interlocuteurs de se comprendre mutuellement. Le langage verbal constitue le support principal de cette communication, mais il est indissociable d'éléments paralinguistiques et non verbaux, tels que l'intonation, les gestes, les mimiques ou encore le regard. Ces éléments contribuent à enrichir le message et à en préciser le sens dans un contexte interactionnel donné.

Dans une perspective socio-cognitive, la communication implique des processus cognitifs complexes, notamment l'attention conjointe, la prise de perspective et la capacité à inférer les intentions de l'autre. Ces compétences se développent progressivement au cours de l'enfance et sont étroitement liées au développement du langage. Ainsi, le langage apparaît non seulement comme un moyen de communication, mais également comme un outil de médiation cognitive permettant l'accès à la pensée d'autrui et à la construction de significations partagées.

3. La communication : un phénomène sociocognitif permettant le partage d'informations

La communication peut être définie comme un processus dynamique par lequel des individus échangent des informations, des émotions et des intentions à l'aide de systèmes de signes. Elle repose sur une interaction entre un émetteur et un récepteur, impliquant une co-construction du sens à partir de références communes et d'un contexte partagé. Ce processus mobilise à la fois des compétences linguistiques, cognitives et sociales.

D’un point de vue cognitif, la communication nécessite la mobilisation de plusieurs fonctions, telles que l’attention, la mémoire, les capacités d’inférence et les fonctions exécutives. Le locuteur doit sélectionner les informations pertinentes, organiser son message et inhiber les informations non nécessaires, tandis que le récepteur doit décoder le message, en interpréter le sens et l’intégrer à ses connaissances antérieures. Ces mécanismes soulignent le caractère profondément cognitif de la communication humaine.

Sur le plan social, la communication est régie par des normes et des conventions qui varient selon les contextes culturels et sociaux. Elle s’inscrit dans un cadre interactionnel où les rôles des interlocuteurs, leurs statuts sociaux et leurs intentions influencent la production et l’interprétation des messages. Ainsi, la communication ne peut être envisagée indépendamment des contextes socioculturels dans lesquels elle s’inscrit.

3.1.Les aspects non verbaux de la communication

La communication non verbale constitue une composante essentielle de la communication humaine. Elle regroupe l’ensemble des signaux qui ne passent pas par le langage verbal, tels que les gestes, les expressions faciales, la posture, le regard ou encore la prosodie. Ces éléments jouent un rôle déterminant dans la transmission des émotions, des attitudes et des intentions, et contribuent à la régulation des interactions sociales.

Chez l’enfant, la communication non verbale apparaît très tôt et précède l’acquisition du langage verbal. Les premiers échanges entre le nourrisson et son entourage reposent principalement sur des signaux non verbaux, tels que le sourire, le regard ou les vocalisations. Ces comportements constituent les prémices de la communication intentionnelle et participent au développement ultérieur du langage.

La communication non verbale conserve une importance majeure tout au long de la vie. Elle accompagne le langage verbal et permet d’en renforcer ou d’en nuancer le sens. Dans certaines situations, elle peut même se substituer à la parole, notamment lorsque les capacités linguistiques sont limitées ou lorsque le contexte social l’exige.

3.2.La communication verbale

La communication verbale repose sur l'utilisation d'un système linguistique structuré, partagé par une communauté de locuteurs. Elle permet la transmission précise et élaborée d'informations, d'idées et de connaissances. Contrairement à la communication non verbale, elle s'appuie sur des règles syntaxiques, phonologiques et sémantiques qui organisent la production et la compréhension du message.

La maîtrise de la communication verbale implique l'acquisition progressive de ces règles, ainsi que la capacité à les adapter aux différents contextes de communication. L'enfant apprend à moduler son discours en fonction de son interlocuteur, de la situation et de l'objectif communicatif poursuivi. Cette adaptation témoigne du lien étroit entre langage, cognition et compétences sociales.

La communication verbale constitue ainsi un outil central du développement cognitif et social. Elle permet non seulement l'échange d'informations, mais aussi la construction de la pensée, la régulation des comportements et l'intégration de l'individu dans son environnement social et culturel.

II. Les théories de l'acquisition du langage

Les théories linguistiques de l'acquisition du langage cherchent à expliquer comment les enfants acquièrent le langage, en se concentrant sur des aspects tels que la structure de la langue, le rôle de l'environnement et de l'expérience, et les capacités innées des enfants. L'acquisition du langage fait référence au processus spécifique par lequel un enfant apprend à comprendre et à utiliser une langue donnée. C'est-à-dire la manière dont les processus qui permettent l'utilisation du langage se développent et sont maîtrisés progressivement (Tabouret-Keller, 1966). Ces théories ont évolué au fil des années passant de l'idée que l'acquisition du langage était principalement le résultat de l'apprentissage à une compréhension plus nuancée de la façon dont les enfants acquièrent le langage. Dans ce qui suit, nous explorerons les différentes théories linguistiques de l'acquisition du langage, en examinant leur fondement théorique et les contributions qu'elles ont apportées à notre compréhension de l'acquisition du langage chez l'enfant.

La question du langage a été étudiée à travers différentes théories, dont les théories innéistes, qui suggèrent que les enfants sont dotés d'une capacité innée pour apprendre le langage. Cette approche a été popularisée par les travaux de Noam Chomsky, qui a proposé

l'existence d'une grammaire universelle, c'est-à-dire un ensemble de règles grammaticales innées présentes chez tous les êtres humains et permettant l'acquisition du langage (Chomsky, 1959). D'autres théoriciens innéistes tels que Pascual-Léone ont également proposé des modèles similaires qui suggèrent que les enfants ont des capacités innées pour le traitement du langage et pour la compréhension de la structure syntaxique (Pascual-Léone, 1978). Pour expliquer la façon dont les enfants acquièrent le langage, une approche alternative à l'innéisme est la théorie constructiviste de Piaget, qui considère que les enfants construisent activement leur propre compréhension du langage à partir de leurs expériences sensorielles et de leurs interactions sociales. Dans cette perspective, le langage n'est pas considéré comme une capacité innée, mais plutôt comme une construction progressive basée sur les expériences et les connaissances antérieures de l'enfant.

1. La théorie du développement cognitif de Piaget : le constructivisme

Selon Piaget, le développement du langage s'inscrit dans le développement global des structures cognitives de l'enfant. Le langage n'est pas considéré comme une faculté innée autonome, mais comme le produit de l'évolution progressive de l'intelligence, construite à travers l'interaction avec l'environnement. Pour Piaget, l'enfant acquiert le langage en fonction de son niveau de développement cognitif, chaque stade du développement permettant l'émergence de compétences langagières spécifiques.

Le langage apparaît ainsi comme un outil de représentation symbolique, étroitement lié à la construction de la pensée. Il se développe à partir des actions sensori-motrices de l'enfant, qui deviennent progressivement intériorisées sous forme de représentations mentales. L'acquisition du langage reflète alors le passage d'une intelligence pratique à une intelligence symbolique, caractéristique du stade préopératoire.

Dans cette perspective, le langage est indissociable des processus d'assimilation et d'accommodation, qui permettent à l'enfant d'intégrer de nouvelles informations et d'ajuster ses schèmes cognitifs. Cette conception souligne le rôle actif de l'enfant dans l'acquisition du langage, tout en minimisant l'influence directe de l'environnement linguistique.

2. La théorie socioculturelle du développement de Vygotsky sur le rôle des variables sociales dans le développement

Vygotsky propose une approche socioculturelle du développement du langage, mettant l'accent sur le rôle fondamental des interactions sociales. Contrairement à Piaget, Vygotsky considère que le langage joue un rôle moteur dans le développement cognitif, en tant qu'outil de médiation entre l'individu et son environnement social.

Le langage apparaît d'abord comme un instrument de communication interpsychique, utilisé dans les échanges avec autrui, avant d'être progressivement intériorisé sous forme de langage égocentrique puis de langage intérieur. Ce processus d'internalisation permet à l'enfant de réguler sa pensée et son comportement. Le concept de zone proximale de développement illustre cette dynamique, en soulignant l'importance de l'accompagnement de l'adulte ou du pair plus compétent dans l'acquisition de nouvelles compétences langagières et cognitives.

Dans cette perspective, le développement du langage est indissociable du contexte social et culturel dans lequel évolue l'enfant. Le langage constitue ainsi un outil central de structuration de la pensée et de transmission des connaissances au sein de la culture.

3. Les théories innéistes de l'acquisition du langage

Les théories innéistes de l'acquisition du langage soutiennent que les êtres humains sont dotés d'une capacité innée pour apprendre le langage. Selon cette approche, l'enfant possède dès la naissance un mécanisme qui lui permet d'acquérir la langue de son environnement de manière rapide et efficace. La théorie innéiste la plus célèbre est celle de Noam Chomsky (1959), qui a proposé l'existence d'une grammaire universelle, c'est-à-dire un ensemble de règles grammaticales innées présent chez tous les êtres humains et permettant l'acquisition du langage. D'autres théoriciens innéistes, tels que Pascual-Léone (1978), ont également proposé des modèles similaires qui suggèrent que les enfants ont des capacités innées de traitement du langage et de la compréhension de la structure syntaxique.

3.1. Les travaux de Noam Chomsky

Les théories innéistes, dont Noam Chomsky est l'un des principaux représentants, postulent l'existence de capacités biologiques spécifiques à l'acquisition du langage. Selon Chomsky, l'enfant dispose dès la naissance d'un dispositif inné d'acquisition du langage, appelé *Language*

Acquisition Device (LAD), qui lui permet de déduire les règles grammaticales de sa langue à partir d'un input linguistique limité.
Cette approche repose sur l'hypothèse de la grammaire universelle, ensemble de principes communs à toutes les langues humaines. L'acquisition du langage est ainsi envisagée comme un processus largement indépendant de l'expérience, l'environnement linguistique jouant principalement un rôle déclencheur. Cette théorie explique la rapidité et l'universalité de l'acquisition du langage chez l'enfant, malgré la pauvreté du stimulus linguistique.
Toutefois, cette conception a été critiquée pour sa tendance à minimiser le rôle des interactions sociales et des variables environnementales dans le développement du langage.

3.2.La théorie néo-piagétienne de Pascual-Léone

La théorie néo-piagétienne de Pascual-Leone propose une articulation entre développement cognitif et capacités attentionnelles. Elle met en avant le rôle de la maturation des ressources attentionnelles dans le développement des compétences cognitives, y compris langagières. Selon cette approche, l'augmentation progressive de la capacité mentale permet à l'enfant de traiter des informations de plus en plus complexes.

Le développement du langage est ainsi étroitement lié à l'évolution des capacités de traitement de l'information et au contrôle attentionnel. Cette perspective permet de mieux comprendre les variations interindividuelles dans l'acquisition du langage, en intégrant des facteurs cognitifs tels que la mémoire de travail et l'attention.

3.3.L'importance du rôle social dans le développement cognitif et linguistique de l'enfant selon Bruner

Bruner accorde une place centrale à l'interaction sociale dans l'acquisition du langage. Il introduit la notion de *Language Acquisition Support System* (LASS), soulignant le rôle de l'environnement social dans le soutien à l'apprentissage linguistique. Le langage se développe à travers des formats d'interaction structurés entre l'enfant et l'adulte, qui facilitent l'accès aux règles linguistiques.

Dans cette perspective, l'adulte joue un rôle de médiateur, adaptant son langage aux capacités de l'enfant et favorisant progressivement son autonomie linguistique. Cette approche met en évidence

l'importance du contexte interactionnel dans le développement du langage, en complément des capacités cognitives de l'enfant.

3.4.Le modèle de compétition de la théorie interactionniste

Les approches interactionnistes de l'acquisition du langage proposent une position intermédiaire entre les théories innéistes et les théories strictement environnementalistes. Elles considèrent que le développement du langage résulte de l'interaction dynamique entre des capacités cognitives internes et l'environnement linguistique et social de l'enfant.

Le modèle de compétition postule que différentes sources d'information linguistique (phonologiques, morphologiques, syntaxiques, sémantiques) entrent en concurrence lors du traitement du langage. L'enfant apprend progressivement à pondérer ces indices en fonction de leur pertinence et de leur fréquence dans l'input linguistique. L'acquisition du langage repose ainsi sur des mécanismes généraux d'apprentissage, soutenus par l'expérience et les interactions sociales.

Cette approche permet de rendre compte de la variabilité interindividuelle et interlinguistique observée dans le développement du langage, en soulignant le rôle central de l'expérience et du contexte dans l'organisation des compétences langagières.

3.5.La théorie modulariste de Steven Pinker

Pinker propose une approche modulariste et évolutionniste du langage, selon laquelle le langage constitue une faculté cognitive spécifique, issue de l'évolution biologique. Dans cette perspective, le langage est considéré comme un instinct, inscrit dans l'architecture cognitive humaine, et reposant sur des modules spécialisés.

Pinker s'inscrit dans la continuité des théories chomskiennes, tout en mettant l'accent sur la fonction adaptative du langage. Il considère que les capacités linguistiques sont le produit de la sélection naturelle et qu'elles reposent sur des mécanismes cognitifs spécialisés, distincts des autres formes d'apprentissage. Cette approche permet d'expliquer l'universalité de certaines structures linguistiques et la rapidité de leur acquisition chez l'enfant.

Toutefois, Pinker reconnaît également l'importance de l'environnement dans l'activation et le façonnement de ces capacités innées, soulignant que l'expérience linguistique joue un rôle essentiel dans l'actualisation des potentialités biologiques du langage.

3.6.La théorie de l'apprentissage social selon Tomasello

Tomasello propose une approche fondée sur l'apprentissage social et l'intentionnalité partagée. Selon lui, l'acquisition du langage repose sur des capacités socio-cognitives, telles que l'attention conjointe, l'imitation et la compréhension des intentions communicatives d'autrui. Le langage se développe à partir de l'usage et des interactions sociales, plutôt que d'un dispositif inné spécifique.

Cette perspective souligne le rôle actif de l'enfant dans l'acquisition du langage, en mettant l'accent sur l'usage fonctionnel du langage dans des contextes sociaux signifiants. Elle s'oppose aux théories strictement innéistes, tout en reconnaissant l'importance des capacités cognitives générales dans le développement du langage.

III. Les étapes du développement du langage : du nouveau-né à l'enfant

Le développement du langage s'inscrit dans un processus progressif, qui débute dès la période prénatale et se poursuit tout au long de l'enfance. Il repose sur l'interaction entre des prédispositions biologiques, des capacités cognitives en maturation et l'environnement linguistique dans lequel évolue l'enfant. L'étude de ce développement mobilise plusieurs

disciplines, notamment la psychologie du développement, la psycholinguistique et la neuropsychologie.

Les premières compétences langagières apparaissent avant même la production des premiers mots. Les nourrissons montrent une sensibilité précoce aux propriétés prosodiques et rythmiques de la langue, leur permettant de discriminer les langues et de structurer progressivement l'input linguistique. Ces compétences perceptives constituent les fondations sur lesquelles s'appuiera l'acquisition ultérieure du lexique et de la syntaxe.

Au cours des premières années de vie, l'enfant développe progressivement ses capacités de compréhension et de production. L'accès à la symbolisation, le développement du vocabulaire et la structuration syntaxique s'effectuent de manière graduelle, en lien avec l'évolution des capacités cognitives générales et des interactions sociales. Le langage devient alors un outil central de communication, de régulation comportementale et de structuration de la pensée.

1. Le développement du langage étudié sous différentes perspectives disciplinaires.

Le développement du langage a été abordé sous différentes perspectives disciplinaires, chacune apportant un éclairage spécifique sur les mécanismes impliqués. La psychologie du développement s'est intéressée aux liens entre langage et cognition, la psycholinguistique aux processus de traitement du langage, et la neuropsychologie aux bases cérébrales des fonctions langagières.

Ces approches convergent pour souligner le caractère multidimensionnel du développement du langage. Celui-ci ne peut être réduit à un simple apprentissage associatif, mais résulte de l'interaction entre des facteurs biologiques, cognitifs et environnementaux. Cette pluralité de points de vue permet de mieux comprendre la complexité des trajectoires développementales observées chez les enfants.

2. Approches psycholinguistiques de l'acquisition et du développement du langage

Les approches psycholinguistiques se sont intéressées aux mécanismes perceptifs et cognitifs impliqués dans l'acquisition du langage. Elles ont mis en évidence la sensibilité précoce des nourrissons aux caractéristiques phonologiques de la langue, ainsi que leur capacité à discriminer des contrastes phonétiques en fonction de leur environnement linguistique.

L'expérience langagière joue un rôle déterminant dans l'organisation progressive des représentations phonologiques et lexicales. Les enfants exposés à un environnement linguistique

riche développent plus rapidement leurs compétences de segmentation de la parole et d'accès au lexique. Ces mécanismes constituent des prérequis essentiels à l'acquisition ultérieure de la syntaxe et de la morphologie.

2.1.Les grandes étapes du développement du langage

Le développement du langage s'inscrit dans une succession d'étapes relativement stables, bien que le rythme puisse varier d'un enfant à l'autre. Ces étapes résultent de l'interaction entre des facteurs biologiques, cognitifs et environnementaux, et constituent un continuum allant des premières compétences perceptives aux productions langagières structurées.

2.1.1. L'interaction entre génétique et expérience environnementale dans le développement du langage

L'acquisition du langage repose sur l'interaction entre des prédispositions génétiques et l'expérience linguistique de l'enfant. Les capacités biologiques constituent une base nécessaire à l'émergence du langage, mais leur actualisation dépend fortement de l'environnement dans lequel l'enfant évolue. Les recherches montrent que l'exposition à un input linguistique riche et structuré est indispensable à la mise en place des compétences langagières.

Cette interaction entre génétique et environnement permet d'expliquer à la fois l'universalité de certaines étapes du développement du langage et la variabilité interindividuelle observée chez les enfants. Elle souligne que le langage ne peut être réduit ni à un déterminisme biologique strict, ni à un simple produit de l'apprentissage.

2.1.2. L'influence de l'environnement linguistique sur les interactions prénatales

Les recherches ont mis en évidence que l'environnement linguistique exerce une influence dès la période prénatale. Le fœtus est exposé aux caractéristiques prosodiques de la langue maternelle, notamment au rythme et à l'intonation, ce qui lui permet de reconnaître certaines propriétés linguistiques après la naissance.

Cette exposition précoce constitue une première étape dans la préparation à l'acquisition du langage. Elle favorise la familiarisation avec la langue de l'environnement et participe à la mise en place des mécanismes perceptifs nécessaires au traitement ultérieur de l'input linguistique.

2.1.3. L'influence de l'expérience prénatale sur la reconnaissance des propriétés prosodiques vocales chez le nouveau-né (synthèse des études menées dans les années 1980/90)

Les études menées chez les nouveau-nés ont montré que ceux-ci sont capables de reconnaître et de discriminer des propriétés prosodiques de la langue à laquelle ils ont été exposés in utero. Cette capacité se manifeste notamment par une préférence pour la langue maternelle par rapport à des langues étrangères présentant des rythmes différents.

Ces résultats soulignent le rôle fondamental de l'expérience prénatale dans l'organisation précoce du système perceptif auditif et dans la préparation aux étapes ultérieures de l'acquisition du langage.

72

2.1.4. La discrimination des patterns rythmiques des langues chez les nouveau-nés et les nourrissons

Les nourrissons présentent une capacité précoce à discriminer les patterns rythmiques des langues. Cette compétence leur permet de différencier des langues appartenant à des classes rythmiques distinctes et constitue un mécanisme essentiel de segmentation du flux de la parole.

Au cours du développement, cette sensibilité rythmique se spécialise en fonction de l'environnement linguistique, contribuant à l'organisation progressive des représentations phonologiques et lexicales.

2.1.5. La perception des contrastes phonétiques en fonction de l'environnement linguistique

Les nourrissons sont initialement capables de discriminer un large éventail de contrastes phonétiques, y compris ceux qui ne sont pas présents dans leur environnement linguistique. Cette capacité universelle se restreint progressivement au cours de la première année de vie, en fonction des sons spécifiques de la ou des langues auxquelles l'enfant est exposé.

Ce phénomène de spécialisation perceptive illustre l'importance de l'expérience linguistique dans la structuration des représentations phonologiques et constitue une étape clé du développement du langage.

2.1.6. La perception des indices prosodiques et l'accès à la forme sonore des mots

La perception des indices prosodiques joue un rôle central dans l'accès à la forme sonore des mots. Les variations d'intonation, de rythme et d'accentuation fournissent des indices essentiels pour la segmentation de la parole et l'identification des unités lexicales.

Ces mécanismes permettent à l'enfant de construire progressivement des représentations stables des mots, facilitant l'accès au lexique et l'émergence des premières associations entre formes sonores et significations.

2.1.7. Les prémices de la production langagière

Les premières productions langagières apparaissent sous forme de vocalisations et de babillage. Ces comportements reflètent l'interaction entre les capacités perceptives, motrices et cognitives de l'enfant. Le babillage évolue progressivement vers des productions de plus en plus proches des formes phonologiques de la langue de l'environnement.
Cette étape constitue un jalon essentiel vers l'émergence des premiers mots et marque la transition entre la perception et la production du langage.

2.2. La communication référentielle chez le nourrisson : Émergence et développement des premiers signes pré-linguistiques

La communication référentielle chez le nourrisson constitue une étape fondamentale dans le développement du langage. Elle correspond à la capacité de l'enfant à orienter son attention vers un objet, une personne ou un événement, et à partager cette focalisation avec un partenaire social. Cette forme de communication précède l'apparition du langage verbal et repose sur des comportements intentionnels non linguistiques.

Dès les premiers mois de vie, le nourrisson manifeste des compétences interactionnelles précoces, telles que le regard, les sourires sociaux et les vocalisations. Ces comportements, initialement réflexes, acquièrent progressivement une valeur communicative à mesure qu'ils s'inscrivent dans des échanges répétés avec l'adulte. Le regard joue un rôle central dans ces interactions précoces, en permettant l'établissement d'une attention conjointe, condition essentielle à la communication référentielle.

L'émergence de l'attention conjointe marque une étape clé du développement pré-linguistique. Elle permet au nourrisson de coordonner son attention entre un partenaire social et un objet de l'environnement. Cette capacité constitue un prérequis majeur à l'acquisition du langage, en facilitant l'association entre les formes sonores produites par l'adulte et les référents du monde extérieur.

Parallèlement, les gestes communicatifs apparaissent et se diversifient. Les gestes de pointage, qu'ils soient proto-impératifs ou proto-déclaratifs, traduisent une intention communicative explicite et témoignent de la capacité du nourrisson à utiliser des moyens non verbaux pour influencer l'attention et le comportement d'autrui. Ces gestes jouent un rôle structurant dans le développement du lexique, en servant de support à l'apprentissage des premiers mots.

Les vocalisations pré-linguistiques s'inscrivent également dans cette dynamique communicative. Elles évoluent progressivement vers des productions plus différenciées, intégrant des caractéristiques prosodiques et phonétiques de la langue de l'environnement. Ces productions vocales, associées aux gestes et au regard, constituent un système de communication multimodal qui prépare l'émergence du langage verbal.

Ainsi, la communication référentielle chez le nourrisson repose sur l'articulation entre compétences perceptives, motrices, cognitives et sociales. Elle constitue un socle essentiel pour le développement ultérieur du langage, en permettant à l'enfant de construire progressivement des liens entre les signes, les intentions communicatives et les référents du monde qui l'entoure.

2.3. Le rôle déterminant de l'expérience langagière précoce dans le développement linguistique des enfants

L'expérience langagière précoce joue un rôle déterminant dans le développement du langage chez l'enfant. Si des prédispositions biologiques sont nécessaires à l'acquisition du langage, elles ne peuvent s'actualiser pleinement qu'au contact d'un environnement linguistique riche et stimulant. Les interactions précoces avec les adultes constituent ainsi un levier essentiel du développement langagier.

La quantité et la qualité de l'input linguistique auquel l'enfant est exposé influencent directement le rythme et la nature des acquisitions. Les échanges verbaux fréquents, contextualisés et adaptés aux capacités de l'enfant favorisent le développement du lexique, de la syntaxe et de la compréhension. Le langage adressé à l'enfant, caractérisé par une prosodie exagérée, un débit ralenti et une syntaxe simplifiée, facilite la segmentation de la parole et l'identification des unités linguistiques pertinentes.

Les interactions sociales jouent un rôle central dans ce processus. Les situations de communication partagée, dans lesquelles l'adulte commente l'environnement, répond aux productions de l'enfant et ajuste son discours, permettent à celui-ci de relier les formes linguistiques à leurs significations. Ces interactions soutiennent non seulement l'acquisition du vocabulaire, mais également le développement des compétences pragmatiques et discursives.

L'expérience langagière précoce influence également l'organisation des représentations phonologiques. Une exposition régulière aux sons de la langue favorise la spécialisation perceptive et la stabilisation des contrastes phonétiques pertinents. À l'inverse, un environnement linguistique appauvri ou peu interactif peut ralentir certaines acquisitions, sans pour autant empêcher le développement global du langage.

Dans des contextes plurilingues, l'expérience langagière précoce peut se caractériser par une exposition à plusieurs langues. Les enfants bilingues développent alors des compétences spécifiques pour gérer plusieurs systèmes linguistiques, sans que cela constitue un obstacle au développement langagier. Au contraire, la diversité de l'input linguistique peut enrichir les stratégies de traitement du langage et influencer les trajectoires développementales.

Ainsi, l'expérience langagière précoce apparaît comme un facteur clé du développement linguistique. Elle agit en interaction constante avec les capacités cognitives de l'enfant et les caractéristiques de l'environnement social, contribuant à la mise en place progressive des compétences langagières nécessaires à la communication et à la pensée.

2.4.La perception des contrastes des mots et l'accès à la conceptualisation

La perception des contrastes des mots constitue une étape essentielle dans l'accès à la conceptualisation. Elle repose sur la capacité de l'enfant à discriminer des unités linguistiques distinctes et à leur associer des significations spécifiques. Cette compétence permet progressivement de dépasser le simple traitement perceptif des sons pour accéder à une organisation conceptuelle du lexique.

L'enfant apprend à identifier des différences phonologiques minimales entre les mots, ce qui facilite leur reconnaissance et leur mémorisation. Cette discrimination phonologique est étroitement liée à l'environnement linguistique, qui fournit les régularités nécessaires à la stabilisation des représentations lexicales. À mesure que ces représentations se consolident, l'enfant est en mesure d'établir des liens plus précis entre les formes sonores et les catégories conceptuelles correspondantes.

L'accès à la conceptualisation s'appuie également sur le contexte dans lequel les mots sont utilisés. Les situations d'interaction sociale, au cours desquelles les mots sont associés à des objets, des actions ou des événements, permettent à l'enfant de construire des catégories conceptuelles de plus en plus abstraites. Le langage devient alors un outil privilégié pour organiser l'expérience et structurer la pensée.

Cette progression vers la conceptualisation repose sur une interaction constante entre perception, mémoire et cognition. La répétition des expériences langagières, la diversité des contextes d'utilisation des mots et la richesse de l'input linguistique favorisent l'élaboration de concepts stables et partagés. Ainsi, la perception des contrastes lexicaux constitue un point d'entrée fondamental dans la construction du système conceptuel de l'enfant.

2.5. L'évolution de la production symbolique chez les enfants entre 2 et 5 ans

Entre deux et cinq ans, le développement du langage connaît une évolution majeure, marquée par l'essor de la production symbolique. Cette période correspond à une augmentation rapide du vocabulaire et à une structuration progressive des productions langagières. Le langage devient un outil de représentation permettant à l'enfant d'évoquer des objets, des actions ou des événements absents de la situation immédiate.

L'enfant accède progressivement à des formes symboliques plus élaborées, intégrant des relations syntaxiques et morphologiques. Les premières combinaisons de mots laissent place à des énoncés de plus en plus complexes, traduisant l'évolution des capacités cognitives et linguistiques. Cette progression reflète l'articulation entre développement du langage et développement de la pensée symbolique.

La production symbolique s'appuie également sur le jeu symbolique, qui constitue un contexte privilégié d'expérimentation du langage. À travers le jeu, l'enfant explore les relations entre les mots et leurs référents, tout en développant des compétences narratives et pragmatiques. Cette période est ainsi caractérisée par une interaction étroite entre langage, cognition et expériences sociales.

2.6.Les différents niveaux de réception et de production du message dans le développement du langage

Le développement du langage implique plusieurs niveaux de réception et de production du message, allant de la perception des sons à la compréhension et à la production d'énoncés complexes. Ces niveaux correspondent à des processus distincts mais interconnectés, mobilisant des compétences perceptives, cognitives et linguistiques.

Au niveau de la réception, l'enfant doit analyser les caractéristiques acoustiques du message, identifier les unités linguistiques pertinentes et en extraire le sens. Ce processus repose sur l'intégration des informations phonologiques, lexicales et syntaxiques, ainsi que sur la prise en compte du contexte communicatif. La compréhension langagière se développe progressivement, en lien avec l'enrichissement du lexique et la maturation des capacités cognitives.

Au niveau de la production, l'enfant doit sélectionner les informations à transmettre, organiser son message et mobiliser les ressources linguistiques nécessaires à son expression. La production

langagière implique ainsi des processus de planification, de mise en forme linguistique et de contrôle, qui se complexifient avec l'âge et l'expérience. Ces différents niveaux témoignent du caractère dynamique et hiérarchisé du développement langagier

2.7. Synthèse évolutive : Niveaux clés du développement langagier chez les enfants, de la production à la compréhension

L'ensemble des étapes précédemment décrites met en évidence une progression continue du développement langagier, allant des compétences perceptives précoces à la maîtrise de productions et de compréhensions linguistiques complexes. Cette évolution repose sur l'interaction entre maturation biologique, développement cognitif et expérience langagière.

Les compétences de production et de compréhension se développent de manière conjointe, bien qu'elles puissent suivre des rythmes distincts. La compréhension précède généralement la production, mais l'enrichissement des productions langagières contribue en retour à affiner les capacités de compréhension. Cette dynamique souligne le caractère interactif du développement du langage.

Cette synthèse évolutive permet de situer le développement langagier dans une perspective intégrative, mettant en lien les différents niveaux d'analyse abordés dans ce chapitre. Elle constitue un cadre de référence essentiel pour comprendre les spécificités du développement du langage dans des contextes particuliers, notamment en situation de bilinguisme.

souligne l'importance des signaux acoustiques dans la transmission du message ce qui aide à comprendre comment les enfants acquièrent la capacité de produire et de comprendre ces signaux et ainsi communiquer efficacement avec les autres.

Nespoulous, (2011) a tenté de démystifier et d'analyser les différents aspects complexes dans la décomposition par niveau, en l'illustrant par la Figure 1 :



Figure 1
Décomposition par niveaux de la production et réception d'un message linguistique. Source : Nespoulous (2011, p. 208) ; voir aussi Caron (1989).

3. Approche neuropsychologique du développement du langage

L'approche neuropsychologique du développement du langage s'intéresse aux bases cérébrales qui sous-tendent les capacités langagières et à leur maturation au cours du développement. Elle vise à comprendre comment les structures cérébrales impliquées dans le traitement du langage se mettent progressivement en place et interagissent avec l'expérience linguistique.

Les recherches ont montré que le développement du langage repose sur des réseaux cérébraux distribués, impliquant principalement les régions frontales, temporales et pariétales. Ces réseaux se spécialisent progressivement au cours de l'enfance, en lien avec la maturation neurobiologique et l'exposition à l'input linguistique. Cette organisation fonctionnelle explique la plasticité cérébrale observée chez l'enfant, notamment dans les premières années de vie.

La maturation des fonctions exécutives, de l'attention et de la mémoire de travail joue également un rôle important dans le développement du langage. Ces fonctions cognitives soutiennent les capacités de traitement, de compréhension et de production linguistique, en permettant notamment la sélection des informations pertinentes et l'inhibition des informations non

pertinentes. Cette interaction entre langage et fonctions cognitives constitue un élément central dans l'étude du développement langagier.

Dans des contextes plurilingues, la plasticité cérébrale permet l'adaptation du système langagier à plusieurs langues. Les recherches en neuropsychologie du bilinguisme suggèrent que l'exposition précoce à plusieurs systèmes linguistiques n'entrave pas le développement du langage, mais peut au contraire favoriser l'organisation de réseaux cognitifs plus flexibles.

3.1.Perspectives biologiques sur la genèse et le développement du langage

Les perspectives biologiques sur la genèse et le développement du langage s'intéressent aux bases neurobiologiques et génétiques qui sous-tendent les capacités langagières humaines. Elles visent à comprendre comment les structures cérébrales et les mécanismes biologiques contribuent à l'émergence et à la maturation du langage au cours du développement.

Les recherches en neurosciences ont mis en évidence l'existence de réseaux cérébraux spécialisés dans le traitement du langage, impliquant notamment les régions frontales et temporales de l'hémisphère gauche. Ces régions, bien que partiellement fonctionnelles dès la naissance, se spécialisent progressivement sous l'effet de la maturation neurobiologique et de l'expérience linguistique. Cette organisation cérébrale permet d'expliquer la plasticité observée au cours du développement langagier, en particulier durant les premières années de vie.

Les données issues de la génétique ont également contribué à l'étude du développement du langage. Certains gènes ont été associés aux capacités langagières, suggérant l'existence de prédispositions biologiques à l'acquisition du langage. Toutefois, ces facteurs génétiques ne déterminent pas à eux seuls le développement langagier, mais interagissent étroitement avec l'environnement linguistique et social de l'enfant.

Ces perspectives biologiques permettent ainsi de comprendre le langage comme une fonction cognitive reposant sur une base biologique spécifique, tout en soulignant l'importance de l'expérience dans l'actualisation de ces potentialités. Elles offrent un cadre explicatif essentiel pour appréhender les trajectoires développementales du langage, notamment dans des contextes de diversité linguistique.

3.2.Les fondements neuropsycholinguistique dans le traitement du langage

Les fondements neuropsycholinguistiques du traitement du langage s'intéressent aux mécanismes cognitifs et cérébraux impliqués dans la compréhension et la production du langage. Cette approche vise à articuler les données issues de la neuropsychologie, de la linguistique et de la psychologie cognitive afin de mieux comprendre comment le langage est traité par le cerveau.

Le traitement du langage repose sur une organisation fonctionnelle hiérarchisée, mobilisant différents niveaux d'analyse. Sur le plan perceptif, l'analyse acoustico-phonologique permet l'identification et la discrimination des sons de la langue. Ces informations sont ensuite intégrées à des représentations lexicales et sémantiques, permettant l'accès au sens des mots. Le traitement syntaxique intervient à un niveau supérieur, en organisant les relations entre les unités linguistiques au sein de l'énoncé.

Sur le plan neuropsychologique, ces différents niveaux de traitement s'appuient sur des réseaux cérébraux distribués, impliquant principalement les régions temporales pour le traitement phonologique et lexical, et les régions frontales pour le traitement syntaxique et la planification de la production langagière. L'interaction entre ces régions permet une coordination efficace des processus de compréhension et de production du langage.

Les données issues de l'étude des troubles du langage, notamment des aphasies développementales et acquises, ont largement contribué à la compréhension des fondements neuropsycholinguistiques. Elles mettent en évidence la dissociation possible entre certaines composantes du langage, soulignant le caractère partiellement modulaire du système langagier, tout en montrant l'interdépendance des différents niveaux de traitement.

Ainsi, les fondements neuropsycholinguistiques du traitement du langage permettent d'appréhender le langage comme une fonction cognitive complexe, reposant sur l'interaction dynamique entre processus perceptifs, cognitifs et moteurs. Cette approche constitue un cadre essentiel pour comprendre les mécanismes sous-jacents au développement du langage, ainsi que les variations observées dans des contextes atypiques ou plurilingues.

Selon Campbell (1986), qui combine les théories de Piaget et Luria, le développement des fonctions cognitives, y compris le langage, constitue le résultat d'une intégration des circuits

neuronaux disponibles et d'une réorganisation progressive des processus de pensée. Il a élaboré un modèle qui montre comment cette maturation cérébrale se produit en reliant les différents circuits neuronaux ensemble, comme des maillons d'une chaîne. Il soutient que cette intégration et cette réorganisation progressive des circuits neuronaux permettent la mise en place de systèmes neuronaux fonctionnels complexes qui sont nécessaires pour le développement du langage illustré dans la Figure 2.

106

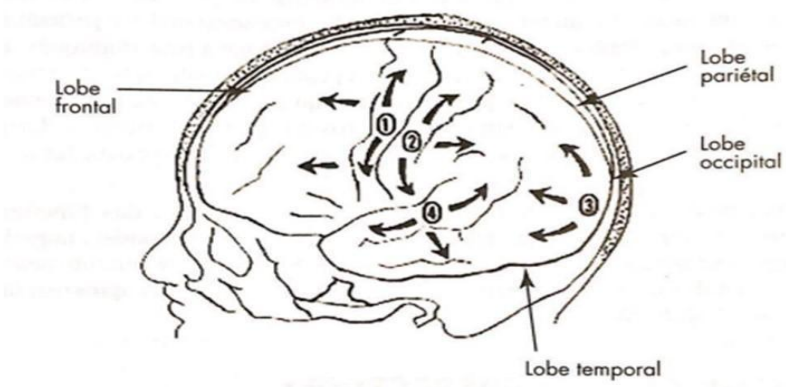


Figure 2

Maturation du cortex cérébral.
Source : Campbell (1986) ; Lussier et Flessas (2009).

Hickock & Poeppel (2007) ont examiné les résultats de nombreuses études d'imagerie cérébrale, de lésions cérébrales et d'études électro physiologiques pour élucider les mécanismes neuronaux sous-tendant la perception et la production du langage. Ils ont proposé un schéma de l'organisation corticale du traitement du langage en identifiant les régions cérébrales clés impliquées dans la perception et la production du langage, ainsi que les connexions entre ces régions (voir Figure 3*)*.

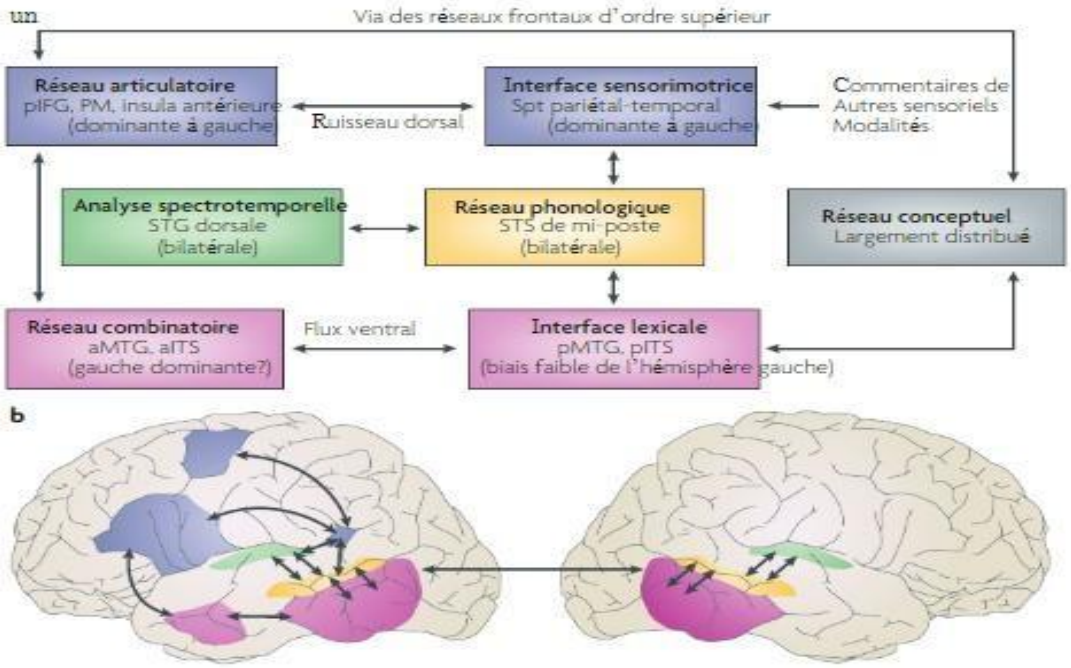


Figure 3

Modèle à double flux de l'anatomie fonctionnelle du langage.

Source : Hickock et Poeppel (2007, vol. 8, p. 395).

(Friederici, 2011). Friederici (2011) offre un aperçu des bases anatomiques et cytoarchitectoniques de l'hémisphère gauche du cerveau, en mettant en évidence les régions cérébrales associées au langage et en utilisant des coordonnées spatiales pour décrire leur emplacement. Cela aide à mieux comprendre comment le cerveau est organisé pour le traitement du langage (voir Figure 4*),* en mettant particulièrement l'accent sur les régions cérébrales impliquées dans le langage.

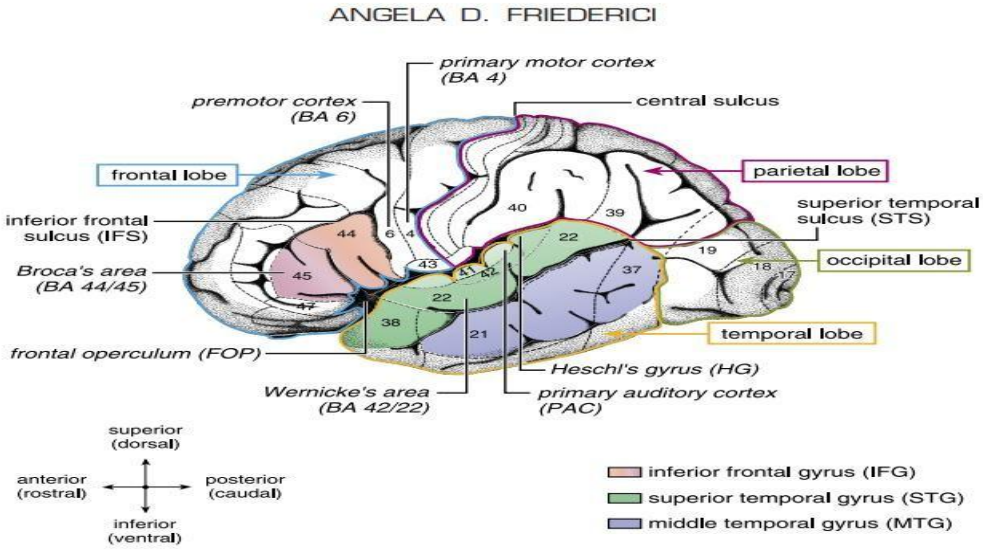


Figure 4

Détails anatomiques et cytoarchitectoniques de l'hémisphère gauche.

Source : Friederici (2011). Physiological Reviews, 91(4), 1357-1392.

Les structures cérébrales impliquées dans la production de la parole fonctionnent de manière conjointe afin d'aboutir à la génération d'une structure temporellement organisée qui est la parole (Friederici, 2011). Ces processus correspondent à des niveaux de traitement indépendants mais interconnectés, qui sont mis en jeu dans l'accès au lexique, lors de la production de la parole.

D'autres études ont également identifié des régions du cerveau impliquées dans la production du langage : le cortex préfrontal et le cortex moteur ensemble. Ces régions sont activées lorsque l'on planifie et exécute la production de la parole, comme l'ont souligné Rauschecker et Scott en 2019. Dans leur étude, ces chercheurs ont utilisé des techniques d'imagerie cérébrale pour étudier la réponse neuronale à différents types de son de parole, tels que des mots et des phrases chez des participants dont l'activité cérébrale était enregistrée. Les résultats ont montré que le traitement de la parole était plus spécialisé et plus efficace dans l'hémisphère gauche du cerveau que dans l'hémisphère droit. Il est ainsi possible de mieux comprendre comment les différentes aires cérébrales interagissent pour permettre la production et la compréhension du langage. Plus précisément la région clé pour la perception de la parole a été identifiée dans le gyrus temporal supérieur (GTS) de l'hémisphère gauche, tandis que le

traitement de la parole dans l'hémisphère droit implique plusieurs régions cérébrales, ce qui laisse suggérer une plus grande complexité dans le traitement des informations auditives dans cette région.

Les recherches en neurosciences ont donc montré que l'hémisphère gauche du cerveau est principalement impliqué dans le traitement rapide de l'information acoustique, c'est-à-dire les sons de la parole. Cependant, c'est l'hémisphère droit qui est impliqué dans la perception des événements acoustiques répartis sur une longue durée, comme les variations de la prosodie et les nuances d'intonation liées à l'affectivité. Ces fonctions sont situées en miroir des composants du traitement du langage cognitif. L'étude de Zatorre et al. (2002) s'est intéressée à la façon dont le cerveau traite la parole et la musique du point de vue de la perception auditive. Il en est ressorti plusieurs points clés de cette recherche. Zatorre et al. ont examiné comment la parole et les sons musicaux utilisent différentes caractéristiques acoustiques. Ils notent que la parole dépend de sons qui évoluent rapidement sur une large gamme de fréquences, tandis que la musique a tendance à utiliser des modèles sonores plus lents, bien que de petits changements précis dans la fréquence (tonalité) sont également importants dans la musique. Ces chercheurs suggèrent donc que les cortex auditifs situés dans les deux hémisphères cérébraux sont relativement spécialisés pour traiter ces caractéristiques acoustiques différentes. Plus précisément, ils avancent que la résolution temporelle (la capacité à distinguer les événements sonores qui se produisent rapidement dans le temps) est meilleure dans les zones corticales auditives de l'hémisphère gauche, tandis que la résolution spectrale (la capacité à distinguer les différences de fréquences) est meilleure dans les zones corticales de l'hémisphère droit. Zatorre et son équipe avancent aussi l'hypothèse que ces asymétries corticales, c'est-à-dire les différences de spécialisation entre les hémisphères gauche et droit du cerveau, pourraient avoir évolué comme une solution générale pour optimiser le traitement de l'environnement acoustique. En d'autres termes, cette spécialisation pourrait permettre au cerveau de mieux traiter à la fois les aspects temporels et fréquentiels des sons, ce qui serait essentiel pour comprendre à la fois la parole et la musique (Zatorre et al. 2002).

D'autres études utilisant des techniques d'imagerie cérébrale (IRM) ont révélé que les zones d'activation cérébrale liées au langage chez les jeunes enfants sont similaires à celles observées chez les adultes. Hertz-Panier (2002) a utilisé l'IRM pour étudier une petite fille âgée de 12 semaines, Loreline, et a observé une activation de l'hémisphère gauche lors de l'écoute

d'une histoire. Ces résultats montrent que les processus de développement langagier sont déjà en place dès cet âge précoce et que la spécialisation cérébrale est déjà en cours. Au cours des premiers mois de la vie, les nourrissons traversent une période cruciale de développement linguistique qui a captivé l'attention des chercheurs en psycholinguistiques et en neurosciences cognitives. Parmi les nombreux facteurs qui influencent le développement linguistique précoce, les fondements neurobiologiques demeurent d'une grande importance. L'étude entreprise en 2022 par Corrigan, Yarnykh, Huber, Zhao et Kuhl, en 2022, apporte un éclairage inédit sur cette dynamique, en se concentrant sur la période critique entre 6 et 12 mois de vie. En utilisant la fraction protonique macromoléculaire (MPF : mesure utilisée en imagerie par résonnance magnétique (IRM)) comme marqueur de myélinisation, l'équipe de chercheurs a examiné les changements dans la densité de myéline dans le cerveau de nourrisson, typiquement en développement à 7 et 11 mois. Les résultats ont révélé des augmentations significativement plus prédominantes de la densité de myéline dans la substance blanche par rapport à la substance grise, éclairant ainsi les mécanismes neurobiologiques sous-jacents à ces périodes cruciales de développement. Plus remarquablement encore, l'étude a mis en évidence une corrélation robuste entre la densité de myéline mesurée à 7 mois et le développement ultérieur du langage à 24 et 30 mois, ainsi que le taux de croissance du langage. Ces découvertes suggèrent que les changements dans la structure du cerveau spécifiquement liés à la myélinisation pourraient jouer un rôle prédictif dans les compétences linguistiques précoces. Cette recherche novatrice ouvre de nouvelles perspectives sur la compréhension des bases biologiques, de l'acquisition du langage chez les nourrissons, offrant ainsi un éclairage précieux pour les futures études dans ce domaine émergent, (Corrigan et al. 2022).

L'étude du langage est un domaine qui rassemble plusieurs disciplines telles que la linguistique, la psycholinguistique et la neuro psycholinguistique. En travaillant ensemble, ces disciplines ont permis de faire des progrès significatifs dans la compréhension des processus complexes impliqués dans l'utilisation du langage, comme fonction cognitive fondamentale. Par ailleurs, l'environnement culturel joue aussi un rôle important dans le développement du langage. De plus en plus de chercheurs s’intéressent à l’environnement culturel en adoptant une approche anthropologique dans leurs études du langage. Ce qui sera exploré plus en détail dans la suite.

IV. L'analyse anthropologique de la dimension culturelle de la langue

La langue ne peut être envisagée indépendamment du contexte culturel et social dans lequel elle s'inscrit. Elle constitue à la fois un moyen de communication et un vecteur de transmission des valeurs, des normes et des représentations propres à une communauté donnée. L'approche anthropologique du langage permet ainsi de mettre en évidence les liens étroits entre pratiques langagières et organisation sociale.

Dans cette perspective, la langue est envisagée comme un fait culturel, façonné par l'histoire, les traditions et les interactions sociales. Les usages linguistiques varient selon les contextes culturels, les situations de communication et les appartenances sociales, traduisant des manières spécifiques de percevoir et de structurer le monde. Le langage participe ainsi à la construction des identités individuelles et collectives, tout en reflétant les dynamiques culturelles au sein des sociétés.

Les travaux en anthropologie linguistique ont montré que les pratiques langagières ne se réduisent pas à des systèmes formels de signes, mais s'inscrivent dans des contextes d'usage socialement situés. La signification des énoncés dépend alors non seulement de leur contenu linguistique, mais également des normes culturelles, des règles implicites et des cadres interactionnels dans lesquels ils sont produits. Cette approche souligne que le langage est indissociable des pratiques sociales et des contextes culturels dans lesquels il est mobilisé.

Dans les sociétés pluriculturelles et plurilingues, ces dimensions prennent une importance particulière. La coexistence de plusieurs langues et cultures au sein d'un même espace social influence les pratiques langagières, les représentations linguistiques et les trajectoires développementales des individus. L'anthropologie du langage offre ainsi des outils conceptuels pertinents pour appréhender la diversité des usages linguistiques et leurs effets sur le développement du langage.

1. L'approche anthropologique de Dell Hymes

L'anthropologie linguistique et la sociologie du langage s'intéressent aux relations entre pratiques langagières, structures sociales et dynamiques culturelles. Elles considèrent le langage

comme un fait social, inscrit dans des rapports de pouvoir, des normes collectives et des cadres institutionnels qui influencent les usages linguistiques.

Dans cette perspective, le langage ne constitue pas uniquement un outil de communication, mais également un marqueur social. Les choix linguistiques des individus, qu'il s'agisse de la langue, du registre ou du style de discours, participent à la construction et à l'expression des identités sociales. Ces choix reflètent des appartenances sociales, culturelles et parfois générationnelles, tout en contribuant à leur maintien ou à leur transformation.

Les travaux sociolinguistiques ont mis en évidence l'influence du milieu social sur les pratiques langagières. Les conditions socio-économiques, le niveau d'éducation et les contextes familiaux jouent un rôle dans l'exposition au langage et dans la diversité des usages linguistiques. Ces facteurs peuvent influencer le développement des compétences langagières, sans toutefois en déterminer rigidement les trajectoires.

Dans des contextes plurilingues, les dimensions sociologiques du langage prennent une importance particulière. Les situations de contact de langues entraînent des pratiques langagières spécifiques, telles que l'alternance codique ou l'adaptation des registres selon les interlocuteurs forbissant un usage flexible du langage. Ces pratiques traduisent des stratégies d'ajustement social et identitaire, en lien avec les normes et les attentes des différents contextes d'interaction.

L'anthropologie linguistique et la sociologie du langage offrent ainsi des cadres d'analyse complémentaires pour comprendre les usages linguistiques dans leur dimension sociale et culturelle. Elles permettent d'intégrer les pratiques langagières dans une perspective dynamique, tenant compte à la fois des individus, des groupes sociaux et des contextes institutionnels dans lesquels le langage est mobilisé.

2. L'approche ethnolinguistique de Giorgio Raimondo Cardona

L'approche ethnolinguistique de Giorgio Raimondo Cardona s'inscrit dans une perspective visant à analyser le langage en lien étroit avec les pratiques culturelles et les systèmes symboliques propres aux sociétés humaines. Cardona considère la langue comme une composante fondamentale de la culture, indissociable des modes de vie, des croyances et des représentations collectives.

Dans cette perspective, le langage ne peut être étudié indépendamment des contextes sociaux et culturels dans lesquels il est utilisé. Les pratiques langagières sont envisagées comme des formes d'expression culturelle, façonnées par l'histoire, l'organisation sociale et les traditions des groupes humains. L'ethnolinguistique met ainsi en évidence la diversité des usages linguistiques et leur ancrage dans des systèmes culturels spécifiques.

Cardona souligne que la langue participe à la construction des catégories de pensée et à l'organisation symbolique du monde. Les structures linguistiques reflètent des manières particulières de percevoir, de classifier et de signifier la réalité. Cette approche rejoint l'idée selon laquelle le langage joue un rôle structurant dans la transmission des savoirs et dans la construction des identités culturelles.

Dans une perspective développementale, l'approche ethnolinguistique permet de comprendre comment l'enfant acquiert non seulement une langue, mais également les normes culturelles et symboliques associées à son usage. Elle offre un cadre pertinent pour analyser le développement du langage dans des contextes plurilingues et pluriculturels, en tenant compte des pratiques langagières spécifiques aux différents environnements culturels.

3. L'approche ethnolinguistique de Calame-Griaule

L'approche ethnolinguistique de Calame-Griaule s'inscrit dans une perspective anthropologique attentive aux liens étroits entre langage, culture et organisation sociale. À travers ses travaux, Calame-Griaule met en évidence le rôle central du langage dans la transmission des savoirs, des valeurs et des systèmes symboliques au sein des sociétés humaines.

Dans cette approche, la langue est envisagée comme un vecteur privilégié de la culture, étroitement liée aux pratiques sociales, aux traditions orales et aux formes de pensée propres à une communauté. L'analyse ethnolinguistique vise ainsi à comprendre comment les usages langagiers s'inscrivent dans des cadres culturels spécifiques et participent à la structuration des représentations collectives.

Calame-Griaule accorde une place particulière à l'oralité et aux pratiques discursives, considérées comme des formes essentielles de transmission culturelle. Les récits, les mythes, les proverbes et les formes ritualisées de discours constituent des supports fondamentaux de la mémoire collective et de l'apprentissage social. Le langage apparaît alors comme un outil de médiation entre l'individu et son groupe social.

Dans une perspective développementale, cette approche permet de souligner que l'acquisition du langage s'accompagne de l'appropriation progressive des normes culturelles et des usages sociaux de la parole. L'enfant apprend à parler en intégrant non seulement des structures linguistiques, mais aussi des règles d'usage, des valeurs et des significations culturellement situées. Cette approche offre ainsi un éclairage pertinent pour comprendre le développement du langage dans des contextes plurilingues et pluriculturels.

V. Anthropologie linguistique et sociologique

L'anthropologie linguistique et la sociologie du langage envisagent le langage comme un fait social, inscrit dans des structures collectives, des normes partagées et des rapports sociaux. Dans cette perspective, la langue n'est pas seulement un système de signes, mais un moyen par lequel les individus se positionnent socialement et participent à la vie collective.

Les pratiques langagières sont façonnées par les contextes sociaux dans lesquels elles s'inscrivent. Les usages de la langue varient en fonction du milieu social, du cadre institutionnel, des situations de communication et des interlocuteurs. Ces variations traduisent des ajustements aux normes sociales et aux attentes implicites propres à chaque contexte d'interaction.

La sociologie du langage met en évidence le rôle du langage dans la construction et la reproduction des rapports sociaux. Les choix linguistiques peuvent refléter des formes de distinction sociale, d'appartenance ou de différenciation, tout en participant à la structuration des relations sociales. Le langage apparaît ainsi comme un outil à la fois de communication et de positionnement social.

Dans des contextes plurilingues, ces dimensions sociologiques prennent une importance particulière. La coexistence de plusieurs langues au sein d'un même espace social conduit à des pratiques langagières spécifiques, telles que l'alternance codique ou l'adaptation des registres linguistiques. Ces pratiques témoignent de stratégies d'ajustement social et identitaire, en fonction des contextes et des interlocuteurs.

Cette approche permet de mieux comprendre les liens entre langage, société et culture, en intégrant les pratiques langagières dans une perspective dynamique. Elle offre un cadre pertinent pour analyser le développement du langage chez les enfants, notamment dans des environnements plurilingues, en tenant compte des dimensions sociales et culturelles qui influencent les trajectoires langagières.

VI. Conclusion du chapitre 1

En s'appuyant sur une perspective théorique, ce chapitre a tenté de fournir des réponses claires et approfondies pour comprendre l'acquisition du langage chez les enfants. Il a mis en exergue l'importance de la combinaison des mots et de la syntaxe dans la construction du langage, et la définition du langage en tant que système complexe et distinctif de l'espèce humaine. Ainsi les bases nécessaires pour appréhender les différences potentielles dans l'acquisition du langage entre les sujets monolingues et bilingues ont été posées, qui seront explorées plus en détail dans le chapitre suivant.

Chapitre 2 : La pratique de plusieurs langues

I. Introduction

La pratique de plusieurs langues constitue une réalité largement répandue à travers le monde. Le plurilinguisme et le bilinguisme représentent des situations linguistiques fréquentes, inscrites dans des contextes sociaux, culturels et éducatifs variés. L'étude de ces pratiques s'est progressivement imposée comme un champ de recherche central en linguistique, en psychologie du développement et en sciences cognitives.

Le bilinguisme peut être défini comme la capacité d'un individu à utiliser deux langues dans sa vie quotidienne. Cette définition recouvre toutefois une grande diversité de situations, tant du point de vue de l'âge d'acquisition, des modalités d'exposition que des usages sociaux des langues. La pratique de plusieurs langues ne constitue donc pas un phénomène homogène, mais s'inscrit dans des trajectoires individuelles et sociales différenciées.

Les recherches sur le bilinguisme se sont longtemps concentrées sur les effets de la pratique de plusieurs langues sur le développement linguistique et cognitif. Si certaines études anciennes ont mis en avant des effets négatifs supposés du bilinguisme, les travaux plus récents soulignent au contraire la complexité des interactions entre pratiques langagières, développement cognitif et contexte socio-environnemental. Ces évolutions théoriques ont conduit à une réévaluation des représentations du bilinguisme, notamment dans le champ du développement de l'enfant.

Ce chapitre vise à présenter les principaux cadres théoriques permettant de comprendre la pratique de plusieurs langues, en mettant l'accent sur la diversité des situations bilingues et sur les variables susceptibles d'influencer le développement linguistique et cognitif. Il constitue une base essentielle pour l'analyse des effets du bilinguisme sur les fonctions cognitives, abordée dans les chapitres suivants.

II. Concepts et définitions du plurilinguisme

Le plurilinguisme renvoie à la capacité d'un individu à mobiliser plusieurs langues dans sa vie quotidienne. Cette notion recouvre une grande diversité de situations linguistiques, qui varient selon l'âge d'acquisition des langues, les contextes d'usage et les fonctions attribuées à chacune d'elles. Le plurilinguisme ne se limite donc pas à la simple juxtaposition de compétences linguistiques distinctes, mais s'inscrit dans un répertoire langagier global, évolutif et fonctionnel.

Dans la littérature scientifique, le plurilinguisme est souvent distingué du bilinguisme, bien que ces deux notions soient étroitement liées. Le bilinguisme renvoie généralement à l'usage de deux langues, tandis que le plurilinguisme désigne l'utilisation de plus de deux langues. Toutefois, cette distinction quantitative ne rend pas pleinement compte de la complexité des pratiques langagières observées chez les individus. De nombreux auteurs soulignent ainsi que le plurilinguisme doit être envisagé comme un continuum de compétences, plutôt que comme un état stable ou homogène.

Le Conseil de l'Europe propose une définition du plurilinguisme qui met l'accent sur la dimension dynamique et intégrée des compétences linguistiques. Selon cette approche, les langues connues par un individu ne sont pas compartimentées de manière étanche, mais interagissent au sein d'un répertoire langagier unique. Le plurilinguisme implique ainsi la capacité à mobiliser différentes langues selon les situations de communication, les interlocuteurs et les objectifs poursuivis.

Cette conception s'oppose à une vision strictement additive du plurilinguisme, dans laquelle chaque langue serait acquise et utilisée indépendamment des autres. Elle souligne au contraire l'importance des interactions entre les langues, tant sur le plan linguistique que cognitif. Les compétences plurilingues se construisent progressivement, en lien avec l'expérience, les contextes sociaux et les usages effectifs des langues.

Dans une perspective développementale, le plurilinguisme constitue une réalité fréquente dès l'enfance. Les enfants exposés à plusieurs langues développent des compétences linguistiques qui s'inscrivent dans des trajectoires variées, influencées par la qualité et la quantité de l'exposition, les contextes d'interaction et les pratiques familiales. L'étude du plurilinguisme chez l'enfant nécessite ainsi de prendre en compte la diversité des situations linguistiques et des parcours individuels.

1. Le bilinguisme : Une approche historiques de l'étude sur le bilinguisme

Dans le domaine de la psychologie, l'étude du bilinguisme chez les enfants issus de familles mixtes ou d'immigration est devenue une branche importante de recherche, mettant en lumière les mécanismes complexes qui sous-tendent le développement cognitif et socio-culturel de cette population spécifique. Cette thèse se concentre sur une perspective particulière du bilinguisme, en explorant les motivations qui sous-tendent le choix du bilinguisme culturel plutôt que l'apprentissage de deux langues distinctes. Le bilinguisme, traditionnellement défini comme la maîtrise de deux langues, prend une dimension culturelle distincte lorsqu'il est ancré dans les contextes familiaux mixtes ou d'immigration. Au lieu de simplement acquérir deux systèmes linguistiques, ces enfants naviguent à travers un paysage linguistique et culturel complexe où les langues sont intimement liées à leurs identités et à leurs héritages familiaux. Dans ce contexte, le bilinguisme culturel émerge comme un choix délibéré, souvent motivé par la volonté de préserver et de transmettre les traditions, les valeurs et les normes culturelles propres à chaque communauté linguistique. Cette recherche vise à examiner les motivations profondes qui sous-tendent le choix du bilinguisme culturel parmi les enfants issus de familles mixtes ou d'immigration. En se concentrant sur les dynamiques familiales, sociales et culturelles qui influencent ce choix, nous cherchons à comprendre comment les individus et les familles construisent activement leur identité à travers le prisme du bilinguisme culturel. En outre, cette étude explorera les implications de ces motivations pour le développement psychologique et socio-cognitif des enfants bilingues, en mettant en évidence les avantages potentiels d'une approche bilingue ancrée dans la culture.

Le bilinguisme a retenu l'attention des psychologues et des pédagogues depuis plus de trois quarts de siècle. Une première étude de Mocaer (1915) portant le titre de « Enseignement bilingue au pays de Galle », s'est concentrée sur l'incidence/ influence de l'apprentissage d'une

deuxième langue sur le développement intellectuel, linguistique et affectif des individus. A l'heure d'aujourd'hui, un certain nombre d'études ont, dans la continuité des travaux de Mocaer (1915) cherché à établir un lien entre l'intelligence et le profil scolaire dans des groupes d'enfants monolingues et bilingues. L'intérêt suscité pour l'étude du bilinguisme est lié aux aspects et au développement des théories pédagogiques qui ont pour objectif de déterminer la méthode la mieux adaptée aux apprentissages chez les enfants, apprenant deux langues. Cette méthode va cibler essentiellement les difficultés de nature psychologique, anthropologique et économique dans l'apprentissage de plusieurs langues.

La République française, constitutionnellement un pays monolingue avec le français comme langue officielle selon l'article 2 de sa Constitution, présente cependant une réalité linguistique significativement diverse (voir le Tableau 1). L'étude des Pratiques culturelles menée en 2018, étendue aux territoires ultramarins (Guadeloupe, Martinique, La Réunion, Guyane et Mayotte) en 2019 et 2020, révèle cette diversité au sein de la population française (Chiffres clés, statistiques de la culture – 2022). En France métropolitaine, environ 54 % de la population se considère monolingue en français (cf. Tableau 1). Parmi les individus maîtrisant une autre langue que le français (environ 44 %), l'anglais prédomine (31 % de la population métropolitaine le maîtrise), surpassant nettement les autres langues européennes. L'espagnol (11 %), l'allemand (4 %), l'italien (4 %) et le portugais (2 %) sont également pratiqués, souvent en raison d'une immigration ancienne et d'un enseignement scolaire établi. L'arabe (6 %), lié à une immigration plus récente, bénéficie cependant d'un enseignement moins répandu. Seulement 2 % de la population maîtrise une ou plusieurs langues régionales.

Dans les territoires ultramarins, la situation est distincte. Seule une minorité de la population (entre 3 % et 26 % selon les territoires) se considère monolingue en français. La maîtrise des langues locales est très répandue : 90 % des Martiniquais, 88 % des Guadeloupéens et 80 % des Réunionnais maîtrisent le créole. Un peu moins de la moitié des Guyanais maîtrisent les langues locales. En Guyane, 7 % parlent au moins une langue des Outre-mer et une langue étrangère, en raison de l'immigration, notamment du Brésil (13 % des Guyanais maîtrisent le portugais). À Mayotte, une part importante de la population parle le Shimaoré (62 %) et le Kibushi (18 %). Globalement, les habitants des territoires ultramarins sont proportionnellement moins nombreux (entre 11 % et 22 %) à maîtriser une langue étrangère par rapport à ceux de la France métropolitaine.

Tableau 1

Maîtrise du français et des autres langues en France.

En %

	France métropolitaine	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Guyane	Mayotte
Maîtrise uniquement le français	54	5	4	11	26	3
Maîtrise une ou plusieurs autres langues régionales de France	2	88	90	82	59	82
Créoles[1]	n.s.	88	90	80	47	n.s.
Autres langues des Outre-mer de Guyane[2]	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	7	n.s.
Shimaoré	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	62
Kibushi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	18
Maîtrise une ou plusieurs langues étrangères	44	20	11	14	22	15
Anglais	31	17	9	9	6	2
Espagnol	11	5	2	2	3	< 0,5
Arabe	6	< 0,5	n.s.	1	< 0,5	< 0,5
Allemand	4	< 0,5	n.s.	1	n.s.	n.s.
Italien	4	< 0,5	n.s.	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Portugais	2	< 0,5	< 0,5	n.s.	13	n.s.
Russe	< 0,5	n.s.	< 0,5	n.s.	n.s.	n.s.
Malgache	n.s.	n.s.	n.s.	2	n.s.	4
Comorien	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	10

1. Créole guadeloupéen en Guadeloupe, créole martiniquais en Martinique, créole réunionnais à La Réunion et créole guyanais en Guyane.
2. Cet item comprend le sma-tongo, l'aluku-tongo, le djuka, le taki-taki, le kali'na, le palikur et le saramanca.

Champ : personnes âgées de 15 ans et plus, vivant en ménage ordinaire. France entière.
Note de lecture : en France métropolitaine, 54 % de la population déclare ne maîtriser que le français, 2 % déclarent maîtriser aussi une langue régionale et 44 % aussi une langue étrangère.
n.s. : non significatif.

Source : enquêtes Pratiques culturelles en France métropolitaine (2018) et dans les territoires ultramarins (2019-2020)/ DEPS, Ministère de la Culture, 2022

Source : Ministère de la Culture (2022).

2. Chronologie des définitions générales du bilinguisme

Plusieurs définitions du bilinguisme figurent au sein de différents dictionnaires :

Cambridge Dictionary of Psychology « Bilingualism: The ability to speak two languages fluently, with varying levels of proficiency based on context. ». Le bilinguisme est donc défini comme « la capacité à parler couramment deux langues, avec des niveaux de compétence variables selon le contexte » (*traduction libre de* Matsumoto, 2009, p. 85). Cette définition souligne la flexibilité requise pour maintenir des compétences élevées dans deux systèmes linguistiques distincts, tout en adaptant le niveau de maîtrise aux exigences contextuelles.

Grosjean (2010) explique que le bilinguisme concerne la *« vie quotidienne de l'utilisation de deux langues ».* Alors que Bialystok (2011) met en avant les « bénéfices cognitifs associés au bilinguisme ». (Grosjean, F. (2015)//Grojean (2018))

APA Dictionary of Psychology de la façon: « *Bilingualism: The regular use of two languages by an individual. Proficiency in each language can vary depending on the context*

and need. ». C'est donc « *l'usage régulier de deux langues par un individu, avec une compétence dans chaque langue qui peut varier en fonction du contexte et des besoins »* (*traduction libre de* VandenBos, 2015, p. 133). Cette définition souligne l'importance du contexte dans la maîtrise linguistique et la flexibilité requise pour naviguer entre deux systèmes linguistiques.

Le Ny « *Bilinguisme : Capacité d'une personne à utiliser couramment deux langues, en fonction des situations et des contextes. Le bilinguisme peut être équilibré ou non, simultané (appris dès la petite enfance) ou consécutif (appris plus tard).* » (Dictionnaire de la Psychologie - Le Ny, Franck, et al. (2018) p.95).

Dictionnaire de Psychologie, le bilinguisme implique la capacité à utiliser deux langues avec des niveaux de compétence variables « *Bilinguisme : Capacité à parler deux langues avec des degrés de maîtrise qui peuvent être différents en fonction de l'environnement et des situations d'usage. Inclut le bilinguisme simultané et consécutif. »* (Parot & Richelle, 2022, p. 116).

Larousse, 2022, Le bilinguisme est défini comme « *situation d'un individu parlant couramment deux langues différentes (bilinguisme individuel) ; situation d'une communauté où se pratiquent concurremment deux langues »* (Larousse, 2022*).* Cette définition très générale n'explique pas profondément la notion de bilinguisme et reste incomplète.

Au cours des décennies, les chercheurs n'ont pas cessé d'apporter des contributions significatives à la définition du bilinguisme, reflétant une évolution conceptuelle au fil du temps. Dans les années 1930, le linguiste Bloomfield (1935) jetait les bases en définissant le bilinguisme comme la maîtrise équivalente de deux langues, soulignant ainsi une compétence linguistique équilibrée. Peu après, en 1939, Sauvageot apportait une perspective complémentaire en décrivant le bilinguisme comme l'alternance entre deux langues, mettant en avant l'usage interchangeable de celles-ci dans la communication. Dans les années 1960, MacNamara (1967) enrichissait le débat en considérant le bilinguisme comme une compétence minimale dans au moins l'une des quatre aptitudes linguistiques, suggérant la possibilité d'acquérir cette compétence par apprentissage. Les années 1970 ont vu Titone (1972) offrir une conception particulière du bilinguisme, le définissant comme la capacité à s'exprimer dans une

seconde langue en respectant les concepts propres à celleci, plutôt qu'en paraphrasant la langue maternelle. À la charnière des années 1980, Hamers et Blanc (1983) ont clôturé cette séquence temporelle en définissant le bilinguisme comme la possession de deux langues avec une maîtrise aussi parfaite que celle d'une langue maternelle. Leurs travaux ont analysé diverses formes de bilinguisme, examinant ses implications psycholinguistiques et sociales, du bilinguisme individuel au bilinguisme social. Enfin, dans les années 2010, Grosjean a souligné la diversité des compétences linguistiques parmi les bilingues, reconnaissant la possibilité d'asymétries linguistiques individuelles. Bijeljac-Babic (2017) explique plus largement que le bilinguisme se réfère à l'utilisation régulière de deux langues par un individu ou à l'usage de langues différents dans divers contextes au sein d'une société. La maîtrise des langues chez les bilingues peut varier énormément, allant des jeunes enfants qui apprennent deux langues dès leur plus jeune âge, aux communautés multilingues. Le bilinguisme se manifeste à différents âges et niveaux de compétences, avec des distinctions entre les personnes qui ont appris une deuxième langue dès l'enfance ou plus tardivement, et entre celles qui ont une connaissance plus ou moins approfondie des langues qu'elles parlent. La notion qu'un individu peut atteindre une perfection bilingue est considérée comme idéaliste, car même les locuteurs les plus équilibrés ont tendance à favoriser une langue. En outre, des linguistes s'accordent à dire que toutes les langues possèdent une complexité équivalente et sont capables d'exprimer toute idée rejetant l'idée de langue « simple » ou « complexe ». Les recherches montrent que, quel que soit leur environnement linguistique, les enfants apprennent à parler selon un calendrier universel mettant en valeur la capacité innée de l'apprentissage du langage chez les humains (Bijeljac-Babic, 2017). Au-delà des différentes définitions qui ont jalonné l'exploration du bilinguisme, plusieurs types de bilinguismes se manifestent. Parmi ces différentes expressions, le bilinguisme précoce se distingue en tant que phénomène intrigant. En parallèle, d'autres formes de bilinguisme émergent, allant du bilinguisme simultané au bilinguisme successif, chacun apportant des nuances et des implications uniques. Cette variété soulève des interrogations sur les mécanismes sous-jacents à ces différentes approches du bilinguisme et sur la manière dont elles influent sur le développement cognitif et linguistique des individus.

3. Les différents types de bilinguisme

3.1.Bilinguisme précoce

Le bilinguisme précoce renvoie aux situations dans lesquelles l'acquisition d'une seconde langue intervient très tôt au cours du développement, généralement dans les premières années de vie. Il se distingue des acquisitions plus tardives par le fait que l'exposition linguistique se met en place durant une période de forte plasticité développementale, au moment où les compétences langagières sont en cours de structuration.

Le bilinguisme précoce recouvre des situations variées, incluant notamment le bilinguisme simultané, lorsque les deux langues sont acquises dès le début, ainsi que certaines formes de bilinguisme successif lorsque l'introduction de la seconde langue intervient très tôt. Ce concept souligne l'importance de l'âge d'exposition, sans pour autant réduire l'analyse à un seul critère, puisque les trajectoires dépendent également des contextes d'usage et de la qualité de l'input.

Dans cette perspective, le bilinguisme précoce est souvent décrit comme une situation dans laquelle les deux langues s'inscrivent précocement dans le répertoire linguistique de l'enfant. Le développement des compétences dans chacune des langues varie en fonction des environnements linguistiques, des interlocuteurs et des pratiques familiales, mais ne constitue pas en soi un facteur de perturbation du développement langagier.

3.2.Bilinguisme tardif

Le bilinguisme tardif renvoie aux situations dans lesquelles l'acquisition d'une seconde langue intervient après l'enfance, généralement à partir de l'adolescence ou à l'âge adulte. Cette forme de bilinguisme se distingue des acquisitions précoces par le fait que la langue première est déjà solidement installée au moment de l'exposition à la seconde langue.

Dans le bilinguisme tardif, l'apprentissage de la langue seconde s'effectue souvent dans des contextes formels, tels que le cadre scolaire, universitaire ou professionnel, bien qu'il puisse également résulter de situations de migration ou de contacts prolongés avec une autre communauté linguistique. Les modalités d'acquisition dépendent alors fortement des conditions d'exposition, des objectifs poursuivis et des usages effectifs de la langue seconde.

Les recherches montrent que le bilinguisme tardif peut conduire à des niveaux de compétence variables, influencés par des facteurs tels que la motivation, la fréquence d'utilisation de la langue, le contexte social et les opportunités d'interaction. Si certaines différences sont

observées par rapport aux acquisitions précoces, notamment en ce qui concerne la phonologie ou l'automaticité des traitements, le bilinguisme tardif n'exclut pas l'accès à des compétences fonctionnelles élevées dans la langue seconde.

Le bilinguisme tardif illustre ainsi la capacité des individus à acquérir et à utiliser une nouvelle langue à différents moments du parcours de vie. Il met en évidence le rôle des facteurs cognitifs, sociaux et contextuels dans le développement des compétences bilingues, et souligne la diversité des trajectoires d'acquisition observées au sein des populations bilingues.

3.3.Bilinguisme coordonné

Le bilinguisme coordonné renvoie aux situations dans lesquelles les deux langues d'un individu sont acquises et organisées de manière relativement distincte, chacune étant associée à des contextes d'usage spécifiques. Les langues sont alors liées à des environnements, des interlocuteurs ou des domaines fonctionnels différenciés, ce qui favorise une séparation des systèmes linguistiques.

Dans ce type de bilinguisme, les représentations linguistiques sont souvent décrites comme étant partiellement indépendantes. Chaque langue est mobilisée en fonction des situations de communication, et l'accès à l'une ou l'autre langue dépend des contextes d'interaction. Cette organisation permet une utilisation fonctionnelle des langues, sans nécessairement impliquer une maîtrise équivalente dans chacun des systèmes linguistiques.

Le bilinguisme coordonné est fréquemment observé dans des contextes où les langues sont utilisées dans des sphères distinctes, par exemple une langue à la maison et une autre à l'école ou dans l'espace public. Cette répartition contribue à structurer le répertoire linguistique de l'individu et à limiter les interférences entre les langues, tout en permettant une adaptation souple aux exigences communicatives.

Cette forme de bilinguisme met en évidence le rôle des contextes d'acquisition et d'usage dans l'organisation des compétences linguistiques. Elle souligne que le fonctionnement bilingue ne repose pas uniquement sur des critères d'âge ou de compétence, mais également sur la manière dont les langues sont intégrées dans la vie sociale et communicative de l'individu.

4. Notion de la Bilingualité

En général, le bilinguisme se réfère à la capacité individuelle de parler deux langues, tandis que la bilingualité englobe un éventail plus large de compétences et d'expériences liées à l'utilisation de ces langues dans différents contextes. Le terme « bilingualité » désigne « un état psychologique où un individu a accès à plusieurs codes linguistiques ; le niveau d'accès fluctue selon diverses dimensions, telles que les aspects psychologiques, cognitifs, psycholinguistiques, socio psychologiques, sociologiques, sociolinguistiques, socioculturels et linguistiques » (Hamers, 1981). Pour mieux comprendre ces nuances, il est essentiel de se pencher sur les divers statuts que peuvent revêtir les langues au sein du processus bilingue. Ces statuts peuvent être définis comme la combinaison des statuts des deux langues, mais aussi par rapport aux niveaux de compétence des deux langues

4.1. Bilingualité selon le statut des deux langues

Bilingualité additive

La notion de « *bilingualité additive* » renvoie à un état où un enfant a acquis ses compétences linguistiques dans deux langues de manière équilibrée, bénéficiant ainsi d'avantages sur le plan du développement cognitif. Ce phénomène se manifeste particulièrement lorsque les deux langues sont valorisées dans l'environnement socioculturel de l'enfant. L'acquisition de la seconde langue est considérée comme un enrichissement plutôt que comme une compétition entre les deux langues. L'individu peut utiliser et développer activement les deux langues dans divers contextes. Selon le modèle sociocognitif élaboré par Hamers et Blanc (2000), l'acquisition d'une seconde langue peut non seulement conférer des bénéfices cognitifs, mais aussi favoriser le développement de compétences métalinguistiques et accroître la flexibilité cognitive. De plus, il est impératif que l'enfant ait acquis la capacité de manipuler le langage pour s'engager dans des activités cognitives complexes, lesquelles incluent fréquemment des tâches métalinguistiques. Parallèlement, pour que l'expérience bilingue soit optimale, les deux langues doivent être valorisées dans l'environnement de l'enfant. Lorsque ces conditions préalables sont satisfaites, l'enfant est en mesure de tirer pleinement avantage de son expérience bilingue.

Bilingualité soustractive

La notion de « *bilingualité soustractive* » décrit la situation où un enfant développe sa seconde langue au détriment de ses compétences dans sa langue maternelle (LM), engendrant ainsi des désavantages en termes de développement cognitif. Effectivement, l'enfant, dont la langue maternelle n'est pas appréciée par la société, notamment le cas fréquent chez les enfants issus de minorités ethnolinguistiques, va, à travers le processus d'éducation, acquérir une seconde langue fortement valorisée au détriment de sa langue maternelle. Le niveau de bilinguisme qui en résulte reflète un stade de soustraction entre la langue et la culture maternelles d'une part, et la langue seconde d'autre part, impliquant ainsi la substitution de la langue maternelle par la langue seconde. Cette situation se rencontre principalement lorsque l'environnement social dévalorise la langue maternelle de l'enfant au profit d'une langue dominante socialement plus prestigieuse (Hamers, 1988), ainsi le niveau de compétence des deux langues sera différent.

4.2.Bilingualité selon les deux niveaux de compétence dans les deux langues

La « *bilingualité équilibrée* » se réfère à un état où les compétences linguistiques sont comparables dans les deux langues, indépendamment du niveau de maîtrise de l'individu. En revanche, la « *bilingualité dominante* » décrit une situation où la compétence dans une langue est supérieure à celle dans l'autre langue, soit L1>L2, mettant ainsi en avant la langue maternelle comme dominante. À l'inverse, lorsque L2>L1, cela signifie que la compétence dans la seconde langue dépasse celle dans la langue maternelle.

La compréhension du bilinguisme implique l'étude du comportement et du développement linguistique chez les individus bilingues, en utilisant des approches similaires à celles employées pour étudier le développement linguistique chez les individus monolingues. Les paragraphes suivants tenteront de détailler ces aspects plus en profondeur.

III. Approche psycholinguistique du bilinguisme

Des études ont montré que les nouveau-nés et les nourrissons peuvent distinguer leur langue d’une langue étrangère. Mehler et ses collègues en 1988 ont réalisé des travaux auprès de locuteurs bilingues parlant l'italien et l'anglais. Ces travaux ont exploré les processus cognitifs impliqués dans la perception et la production des langues. Ils ont examiné la manière dont les

locuteurs bilingues perçoivent et traitent les sons des deux langues. Ils ont mis en évidence des différences dans la manière dont les bilingues perçoivent les phonèmes spécifiques à chaque langue, ainsi que la manière dont ces sons sont traités cognitivement. Ces recherches s'appuient sur des tâches expérimentales qui évaluent la perception des phonèmes spécifiques à chaque langue et ont montré que les bilingues peuvent être sensibles à ces différences phonétiques et linguistiques entre l'italien et l'anglais, même si les langues partagent certains Sons similaires. De plus, les études de Mehler et ses collègues (1988) ont pu mettre en lumière comment les locuteurs bilingues gèrent et activent les deux langues dans leur système linguistique. Ils ont exploré la manière dont les bilingues passent d'une langue à l'autre, comment ils contrôlent leur usage et comment ces processus sont influencés par des facteurs tels que le contexte, la fréquence d'utilisation et le niveau de compétence dans chaque langue. Dans cette même démarche, Moon et al. (1993), ont également apporté des contributions significatives à la compréhension des mécanismes du bilinguisme et des interactions entre les langues comme l'espagnol et l'anglais. Une des contributions importantes de leur recherche a été de se pencher sur la manière dont les locuteurs bilingues gèrent le lexique mental et les processus de récupération lexicale lorsqu'ils passent d'une langue à l'autre. Ils ont exploré comment les bilingues accèdent aux mots dans leur lexique mental et comment ils résolvent les conflits lexicologiques entre les deux langues. Les auteurs suggèrent que c'est sur la base des informations prosodiques que les nouveau-nés discriminent leur langue maternelle d'une autre langue et plus spécifiquement sur des informations acoustiques relatives aux propriétés rythmiques des langues. Les travaux menés par Bertoncini et al. (1995) ont exploré sur des aspects spécifiques du développement du langage chez les nourrissons, en se concentrant notamment sur la perception et la discrimination des langues chez les bébés. Ces chercheurs ont examiné comment les nourrissons sont capables de distinguer et de reconnaître les sons spécifiques de différentes langues dès leur plus jeune âge. Leurs études ont mis en évidence la capacité des bébés à discriminer les phonèmes et les intonations distincts de différentes langues, même à un âge très précoce. En utilisant des méthodes expérimentales comme la technique de suivi du regard, Bertoncini et ses collaborateurs (1995) ont évalué les réponses des bébés à des stimuli auditifs provenant de différentes langues, montrant ainsi que les nourrissons sont capables de distinguer les caractéristiques sonores spécifiques à différentes langues dès les premiers mois de leur vie. Leurs travaux ont également suggéré que cette capacité de discrimination précoce peut être influencée par l'exposition précoce à une langue maternelle

spécifique et par l'environnement linguistique dans lequel le bébé évolue. Ses informations prosodiques s'apparentent à des sensibilités aux contraintes phono tactiques de leur langue maternelle ; Sensibilités aux contrastes phonétiques qui n'appartiennent pas à la langue de leur entourage. Une importante réorganisation du système perceptif se produit à cet âge. Au cours des premiers mois de la vie, les contrastes phonétiques de la langue maternelle et ceux d'une langue étrangère sont traités de la même façon. Cette action ne se fait pas automatiquement, elle requiert des capacités nécessaires. Avant de pouvoir accéder à cette transition, le bébé doit disposer d'une densité de connexions synaptiques, qui est de 150% plus importante que chez l'adulte entre neuf et vingt-quatre mois puis décroît vers la troisième année (Boysson-Bardies, 1996). Par la suite, le cerveau du jeune enfant va se sculpter par l'influence linguistique de son entourage. Cette étape va lui permettre une plasticité et un potentiel d'évolution en vue de produire le langage. Une fois la représentation catégorielle de sons mise en place, les contrastes phonétiques étrangers ne sont plus discriminés comme auparavant, leur perception se faisant par assimilation au contraste de la langue maternelle. L'introduction d'une seconde langue nécessite donc la réorganisation des capacités perceptives et réoriente l'attention pour que les autres contrastes phonétiques puissent être discriminés. Cette acquisition entraîne la restructuration de l'espace acoustico-phonétique qui contient alors les deux langues. Avec l'exposition à la langue seconde, le bilingue devient sensible à des indices acoustico-phonétiques nouveaux et peut maintenir les deux langues séparées, au niveau perceptif. Ainsi la phonologie de la seconde langue peut influencer celle de la langue maternelle, d'autant plus que le niveau de la seconde langue est élevé. Par conséquent, les paramètres phonologiques de la langue maternelle ne sont pas fixés définitivement, même chez le locuteur adulte, mais gardent une certaine flexibilité et un certain dynamisme. Comme mentionnés précédemment, les recherches de Polka (2005), ont aussi mis en évidence que les nourrissons âgés de 6 à 8 mois développent la capacité de détecter et d'isoler des unités phonétiques distinctes dans le langage avant de comprendre le sens des mots. Ils acquièrent la compétence de discriminer les différences sonores dans le langage en segmentant les mots d'un discours continu afin de faciliter leur reproduction après avoir mémorisé la structure phonologique. À ce stade, ils peuvent associer des éléments sonores spécifiques à des mots individuels sans nécessairement en comprendre le sens. Cette capacité à associer des éléments sonores aux mots évolue ensuite vers une association du sens (signifié) correspondant à ces éléments sonores (signifiants). Cependant, lorsqu'ils apprennent une seconde langue, cette capacité de discrimination phonologique peut diminuer. Il en découle que

les mécanismes de perception et de production changent avec l'acquisition de la seconde langue et se traduisent non seulement par l'amélioration des performances dans la seconde langue, mais aussi par l'affinement de la perception et de la production de la langue maternelle.

1. Les aptitudes précoces à percevoir et à traiter les sons de la parole chez les enfants bilingues

Dehaene (2006) a eu recours à la technique du conditionnement et de l'orientation du regard pour démontrer que les nouveau-nés sont capables de discriminer les phonèmes d'une langue et d'identifier automatiquement leur langue maternelle dès les premiers jours de la vie. Ses recherches mettent en lumière qu'à seulement quatre jours, les nourrissons sont capables de faire la distinction entre deux langues, à savoir l'anglais et le japonais. De plus, à partir de l'âge de six mois, ils développent la capacité de reconnaître les voyelles et les consonnes spécifiques de leur langue maternelle. Ces résultats soulignent la rapidité avec laquelle les compétences auditives se développent chez les nourrissons, jetant ainsi un éclairage crucial sur la précocité de la perception linguistique dès les premiers stades de la vie. L'étude de Bosch et Sebastiàn-Gallés (1997) s'est concentrée sur l'évaluation de la capacité des nourrissons âgés de 4 mois à identifier leur langue maternelle, en particulier lorsque des langues phonologiquement similaires sont présentées de manière contrastée. Cette évaluation a été réalisée en utilisant une procédure d'orientation visuelle, mesurant le temps de réaction des nourrissons. L'étude a comparé des nourrissons provenant d'environnements monolingues et bilingues afin d'explorer les différences potentielles dans cette réponse comportementale en fonction du contexte linguistique. Dans la première expérience, la validité de la procédure a été évaluée en utilisant des paires de langues phonologiquement différentes telles que le catalan, l'espagnol ou l'anglais. La deuxième expérience, menée avec 20 nourrissons provenant d'environnements monolingues et testés sur un contraste linguistique similaire (catalan /espagnol), a révélé que la capacité de discrimination était déjà présente à cet âge précoce. Les résultats de la troisième expérience, utilisant des énoncés filtrés passe-bas, ont suggéré que les nourrissons pourraient se baser sur des informations relatives aux caractéristiques supra-segmentaires pour effectuer cette distinction. Pour les nourrissons élevés dans des environnements bilingues, aucune préférence nette pour l'une ou l'autre des langues familières n'a été identifiée. De plus, lors de la comparaison entre leur langue maternelle et l'anglais ou l'italien, le groupe bilingue a montré

une tendance similaire, se traduisant par des délais significativement plus longs pour la langue familière. Les auteurs ont discuté des interprétations possibles de ce modèle de résultats inattendu et ont examiné les implications de ces découvertes pour la compréhension de l'acquisition du bilinguisme chez les nourrissons. A partir de ce même procédé d'autres chercheurs se sont intéressés à la faculté que peuvent avoir les bébés monolingues et bilingues à discriminer les sons de paroles. Bijeljac-Babic (2000) a exploré les capacités perceptives précoces des enfants dans le traitement des sons de la parole. Elle met en lumière la capacité des nourrissons à discerner et à catégoriser les sons de la parole dès leur plus jeune âge, malgré la complexité du monde acoustique qui les entoure. L'auteure souligne que les jeunes enfants sont capables de discriminer des sons spécifiques de manière catégorielle, tels que les consonnes occlusives, de manière similaire aux adultes, avant même l'âge de 6 mois. De plus, elle met en évidence la capacité des enfants à distinguer les contrastes phonétiques propres à différentes langues naturelles. Bijeljac-Babic (2000) démontre également que les nourrissons peuvent segmenter le flux de parole en unités linguistiques plus petites, telles que la syllabe, une compétence importante pour le traitement linguistique. Elle souligne que l'acquisition du langage commence dès la seconde moitié de la première année, soulignant la sensibilité des enfants aux indices prosodiques marquant les unités grammaticales de leur langue. L'auteure conclut que ces compétences perceptives universelles permettent aux enfants d'utiliser instinctivement les informations pertinentes contenues dans les sons de la parole de leur environnement dès la naissance, facilitant ainsi leur entrée dans le processus d'apprentissage linguistique.

Dans les premières étapes du développement linguistique, les enfants bilingues suivent une trajectoire de développement similaire à celle de leurs pairs monolingues, mais ils manifestent une acquisition plus rapide de la fluidité verbale. Une autre recherche conduite par Bijeljac-Babic, Dodane, Metta et Gérard (2006) a entrepris de comparer les productions langagières d'enfants anglo-français avec celles d'enfants francophones âgés de 3 à 7 ans, tous en apprentissage de l'anglais à l'école depuis un an. La méthodologie de l'expérience impliquait la lecture d'une histoire, suivie de questions relatives à celle-ci, le tout enregistré par le biais de vidéos. Les enfants bilingues devaient répondre d'abord en français, puis en anglais, tandis que les enfants monolingues francophones devaient nommer les couleurs du livre d'histoires. Les résultats révèlent que, lorsqu'ils s'expriment en anglais, les enfants bilingues adoptent un style

de production caractéristique de la langue en question, se manifestant par un allongement de la première syllabe et une réduction de la seconde, une nuance distinguant ces enfants des enfants monolingues. Cette étude met en évidence la maîtrise équivalente des enfants bilingues anglo-français en anglais, comparable à celle d'un enfant unilingue anglophone, ainsi que leur maîtrise du français, équivalente à celle d'un enfant monolingue francophone. Par ailleurs, certaines études se sont intéressées à l'organisation cognitive des langues et leur style cognitif dans leur apprentissage. Un effet négatif a été identifié dans les tâches évaluant le vocabulaire réceptif chez des individus bilingues, ainsi que dans celles mesurant le vocabulaire expressif. Cette constatation s'appuie sur les travaux significatifs réalisés par Bialystok, Luk, Peets & Yang (2010). À travers une série d'études sur une période de sept ans, regroupant les données de 20 enquêtes distinctes, ces chercheurs ont tenté d'explorer les disparités potentielles dans le vocabulaire réceptif entre les adultes monolingues et bilingues. L'hypothèse fondamentale sous-tendant leurs recherches était que les sujets bilingues présentent des scores de vocabulaire réceptif inférieurs par rapport à leurs homologues monolingues. Les résultats obtenus dans cette recherche ont confirmé de manière significative cette tendance, soulignant ainsi la réalité d'une variation durable dans le niveau de vocabulaire réceptif pour les individus bilingues qui continuent à utiliser une autre langue que leur langue maternelle.

Une étude de Weikum et al. (2007) s'est également intéressée à la perception de la parole chez les nourrissons : les expérimentateurs ont présenté à des bébés âgés de 4, 6 et 8 mois vivants dans un environnement monolingue ou bilingue, le visage d'un sujet prononçant une phrase dans sa langue maternelle sans aucun son audible associé, seuls les mouvements du visage sont alors perçus par les bébés. L'expérience se compose de deux phases, une phase « d'habituation » et une phase test. Les premiers visages sont présentés lors de la phase « d'habituation ». Les temps de regards diminuent, une fois que les nourrissons se sont habitués aux stimuli. Lors de la phase test, deux types de stimuli sont présentés : un autre sujet prononçant une nouvelle phrase, dans la même langue qu'en phase « d'habituation » (condition contrôle) et un sujet prononçant une nouvelle phrase dans une seconde langue différente de celle présentée en phase « d'habituation » (condition expérimentale : langue étrangère pour les bébés monolingues, langue non dominante pour les bébés bilingues). Les résultats ont montré que les bébés monolingues âgés de 4 et 6 mois sont capables de discriminer les deux langues. En effet, le temps de regard augmente pour la condition liée à la nouveauté (soit la nouvelle phrase dans une seconde langue) et aucune réaction pour la situation contrôle (phrase prononcée dans la même langue).

Cependant à 8 mois, les bébés monolingues ne sont plus capables de discriminer les types des deux langues. Ces résultats reflètent ainsi que dès 8 mois, les bébés commencent à négliger les contrastes qui n'appartiennent pas au système phonologique de leur langue maternelle. Ces résultats révèlent qu'il existe des prédispositions précoces à la discrimination linguistique. Cette étude montre bien que les bébés monolingues et bilingues sont capables de discriminer deux langues sur la simple base d'indices faciaux visuels. Ces compétences diminuent plus rapidement chez les bébés dont l'environnement est totalement monolingue par rapport à ceux vivant dans un environnement bilingue.

Une autre étude a montré que dès l'âge de 3-5 ans, si l'enfant n'est exposé qu'à une seule langue, ses facultés vont régresser (Weikun et al, 2007). Mais s'il entend plusieurs langues, il ne perd pas ses facultés à discriminer les sons, à les intégrer et à les reproduire. À l'âge de 7-12 ans (puberté et adolescence), la perte de cette faculté de discriminer les sons est irréversible s'il n'est plus exposé à une autre langue.

Chez les bilingues précoces, les mécanismes de perception et de production changent avec l'acquisition de la seconde langue et se traduisent non seulement par l'amélioration des performances dans la seconde langue, mais aussi par l'affinement de la perception et de la production de la langue maternelle. Dans l'étude de Caramazza et al .(1973), des locuteurs dont la langue maternelle est le français, qui ont étudié l'anglais au Canada à l'âge de 7 ans, perçoivent les /p, t, k/ avec des valeurs de VOT (voice onset time) intermédiaires entre les VOT de la langue maternelle (français) et la deuxième langue (anglais). Il en ressort donc de ces études que la phonologie d'une seconde langue influence d'une part celle de la langue maternelle et d'autre part que les paramètres de la langue maternelle ne sont pas fixés définitivement, et gardent une certaine flexibilité. Mais dans une autre étude de Mack (1989) portant sur les bilingues précoces (Anglais /Français), il a été observé que ces enfants étaient capables de distinguer les contrastes phonémiques tels que /d-t/ et /i-I/ (/d/ - /t/ : représente l'opposition entre une consonne occlusive alvéolaire voisée (/d/) et une occlusive alvéolaire non voisée (/t/). Par exemple, en anglais, les mots *"day"* /deɪ/ et *"tay"* /teɪ/ illustrent ce contraste de manière similaire aux enfants monolingues anglophones; /i/ est une voyelle fermée antérieure non arrondie longue (comme dans *"sheep"* /ʃiːp/). /ɪ/ est une voyelle fermée antérieure non arrondie courte (comme dans *"ship"* /ʃɪp/). Ce contraste est essentiel en anglais, car il peut changer le sens des mots (par ex. *"beet"* vs. *"bit"*)). Cependant, lorsqu'il s'agissait d'une tâche d'identification, leur performance

différait. Ainsi, pour certains aspects linguistiques, les bilingues présentaient des similitudes avec les enfants monolingues anglophones, tandis que pour d'autres aspects, leur comportement linguistique était spécifique et différent de celui des enfants monolingues français et anglais. Dans la linguistique, les contrastes phonémiques sont les différences sonores qui permettent de distinguer les mots dans une langue. Par exemple, en anglais, les sons /p/ et /b/ forment un contraste phonémique car le mot « pat » change de sens si on le remplace par « bat ». Cependant, dans certaines langues, ces sons pourraient ne pas constituer un contraste distinctif. L'étude de Mack (1989) a examiné comment les enfants bilingues précoces percevaient ces contrastes phonémiques dans différentes langues. Les chercheurs ont utilisé des méthodes expérimentales, telles que des tâches de discrimination auditive, pour évaluer la capacité des enfants à distinguer entre des sons similaires mais phonémiquement distincts dans une langue donnée. Les résultats de cette étude ont montré que les enfants bilingues précoces pouvaient généralement différencier les contrastes phonémiques propres à chaque langue dès un jeune âge. Cela suggère que, même si deux sons peuvent être acoustiquement similaires, les enfants sont capables de les distinguer s'ils sont pertinents pour la langue qu'ils apprennent. À la lumière de ces résultats sur la perception des contrastes phonémiques, il est pertinent d'examiner comment, chez les bilingues francophone-anglophones, les processus de segmentation de la parole se déploient dans une perspective fonctionnellement monolingue.

2. Processus de segmentation de la parole chez les bilingues franco-anglophone : une perspective fonctionnellement monolingue

L'étude menée par Cutler, Mehler, Norris et Segui (1992) explore les processus de segmentation de la parole chez de jeunes adultes âgés de 18 monolingues francophones et anglophones, révélant des différences dans les stratégies utilisées. Les monolingues francophones semblent privilégier une segmentation basée sur les syllabes, tandis que les anglophones ont recours à une segmentation fondée sur l'accentuation, ne se reposant pas sur la segmentation syllabique. Dans cette étude, des bilingues franco-anglophones ont été impliqués dans des expériences de segmentation utilisant des matériaux en anglais et en français. Les résultats collectifs des bilingues n'ont pas simplement reproduit la performance des monolingues anglais avec le matériel en anglais et des monolingues français avec le matériel en français. En revanche, les bilingues se sont divisés en deux groupes distincts, définis par la prépondérance d'une langue dominante. Les bilingues à dominance française ont démontré une segmentation

syllabique, mais uniquement avec du matériel en français. En revanche, les bilingues à dominance anglaise n'ont montré aucune segmentation syllabique, que ce soit en anglais ou en français. Toutefois, ce dernier groupe a manifesté une segmentation basée sur l'accentuation lorsqu'il traitait des documents en anglais, contrairement aux bilingues à dominance française. Les chercheurs suggèrent que les processus de segmentation rythmique s'excluent mutuellement chez les bilingues, conduisant ainsi une segmentation de la parole qui, dans une certaine mesure, fonctionne de manière monolingue, basée sur la langue dominante dans une situation donnée. Ces observations ouvrent la voie à explorer les fondements de ces mécanismes perceptuels dès le plus jeune âge, comme en témoigne la sensibilité des nourrissons francophones aux unités rythmiques dans la discrimination des mots multi-syllabiques.

3. Sensibilité des nourrissons francophones aux unités rythmiques dans la discrimination des mots multi-syllabiques

L'étude menée par Bertoncini, Floccia, Mehler et Nazzi (1995) s'intéresse à la sensibilité des nouveau-nés francophones, aux différentes unités rythmiques présentes dans diverses langues et à leur utilisation pour la représentation et la discrimination des mots multi syllabiques. Les chercheurs ont employé la procédure de succion à haute amplitude afin d'évaluer si des nouveaunés âgés de 3 jours étaient capables de discriminer des listes de mots japonais, ces listes différant, soit par le nombre d'unités syllabiques, soit par le nombre d'unités sous-syllabiques, appelées morae. Dans l'expérience 1, les nouveau-nés ont été exposés à des mots bi syllabiques et à des mots trisyllabiques, tandis que dans l'expérience 2, ils ont reçu des mots bi syllabiques bimoraïques ainsi que des mots trimoraïques. Les résultats ont confirmé les observations antérieures, suggérant que les nouveau-nés peuvent distinguer les mots bi syllabiques des mots trisyllabiques. Cependant, ils ne semblent pas faire de distinction entre les mots bi syllabiques variant en termes d'unités sous-syllabiques. Les auteurs avancent que les syllabes représentent des unités saillantes, privilégiées dès les premières étapes du traitement de la parole, car elles offrent une structure rythmique fondamentale permettant aux nouveau-nés d'organiser efficacement le flux acoustique en repères perceptuels. Cette capacité d'extraction précoce des syllabes, indépendante du langage et de la structure rythmique spécifique, jouerait un rôle déterminant dans l'acquisition du langage dès les premiers instants de vie.

Dans l'étude de Cutler et al. (1986), trente étudiants de premier cycle issus du cours de psychologie introductive de l'Université de Stanford, qui ont obtenu des crédits de cours pour leur participation, ont été exposés à des mots anglais, tels que pa_lace et pal_pitate, dans lesquels le son /l/ occupe une position ambisyllabique, c'est-à-dire qu'il s'étend sur deux syllabes simultanément. Les résultats révèlent une interaction entre le type de cible et la structure syllabique du mot pour ces locuteurs, tandis que les sujets anglophones segmentent différemment les mots français.

Dans cette étude, il est montré que les méthodes de segmentation de la parole peuvent varier selon les locuteurs qui maîtrisent des langues différentes. Les recherches antérieures, axées sur les locuteurs français écoutant des mots en français, suggèrent que la syllabe opère comme une unité de segmentation dans le traitement de la parole. Cependant, cette étude révèle que les langues comme l'anglais, contrairement au français, ne présentent pas de structures de syllabes aussi régulières et distinctes. Lorsque des locuteurs anglais écoutent des mots anglais, français ou même des mots dénués de sens, aucune indication de segmentation basée sur la syllabe n'a été détectée.

Toutefois, les locuteurs français ont montré des indices de segmentation syllabique même lorsqu'ils écoutaient des mots en anglais. Ces découvertes suggèrent que d'autres stratégies de segmentation de la parole sont accessibles au processus linguistique humain. Il est donc envisageable que la segmentation de la parole puisse impliquer l'utilisation de multiples méthodes selon le contexte linguistique, démontrant ainsi la flexibilité du traitement de la parole chez les individus multilingues. Ces auteurs suggèrent donc que très tôt au cours de l'acquisition du langage, l'enfant va détecter le rythme de la langue grâce aux patterns linguistiques réguliers de cette langue et la développer sur la base d'un processus de segmentation du flux continu de parole. Il faut dire que la segmentation fondée sur le rythme des syllabes accentuée, comme en anglais semble être un processus par défaut alors que la segmentation effectuée à partir de syllabe serait une option, acquise uniquement par des bilingues à dominante française. Christophe Pallier, Laura Bosch et Nuria Sebastiàn-Gallés, (1997), se sont intéressés à la discrimination phonologique de deux langues chez 40 jeunes adultes bilingues parlant couramment l’espagnol et le catalan. La moitié d’entre eux étaient nés dans des familles parlant le catalan, et l’autre moitié dans des familles parlant l’espagnol. Il existe en catalan un contraste entre voyelles [é] et [è] qui n’existe pas en espagnol, où un seul son [é] est employé. Les

participants bilingues ont participé à des tests de reconnaissance et de discrimination de sons situés entre [é] et [è] qui étaient générés par un synthétiseur. Ces tests ont révélé de larges différences entre les deux groupes : comme attendu, ceux dont le catalan était la langue maternelle percevaient clairement la distinction [é]-[è] ; toutefois, ceux nés dans des familles parlant espagnol et ayant appris le catalan comme seconde langue ne détectent pas ce contraste. Ces résultats illustrent l'impact de l'exposition précoce aux différences phonétiques, ouvrant ainsi la voie à examiner des environnements d'apprentissage particulièrement favorables. On peut difficilement imaginer une situation plus idéale, pour apprendre une seconde langue, que celle de ces jeunes espagnols qui ont grandi à Barcelone, et qui ont été soumis à une éducation bilingue dès leur entrée à l'école maternelle ou primaire. Ce résultat montre la difficulté pour le cerveau à maîtriser deux langues, même lorsqu'elles sont apprises très précocement. Il semblerait que le système phonétique acquis en premier lieu assimile les contrastes phonétiques de la seconde langue, même dans le cas où elle est apprise relativement tôt.

Les enfants acquièrent les compétences linguistiques nécessaires à la communication à un rythme similaire, que ce soit en anglais, en alsacien, en allemand ou en arabe. L'exposition simultanée à plusieurs langues n'entraîne pas un délai supplémentaire dans l'apprentissage du langage. Par ailleurs, les parents et les professionnels comparent souvent le développement linguistique des enfants bilingues à celui de leurs pairs monolingues, observant fréquemment un développement lexical apparemment moins étendu chez ces derniers. Toutefois, cette évaluation omet souvent d'intégrer le lexique acquis dans la seconde langue, une lacune couramment constatée.

Les recherches de Yip et Matthews (1995) abordent des questions fondamentales sur le développement langagier en situation de bilinguisme simultané, notamment la possibilité que l'exposition à deux langues puisse constituer un obstacle à l'acquisition du langage chez le jeune enfant. Leur étude conclut que cette dualité ne freine pas le développement linguistique. En analysant comment des apprenants issus de diverses langues maternelles (aux typologies linguistiques variées) appréhendent la notion de « topic-prominence » lors de l'apprentissage d'une nouvelle langue, ils démontrent que les structures syntaxiques sont modulées par les caractéristiques de la langue maternelle. La notion de « topic-prominence » renvoie à la tendance de certaines langues à privilégier le sujet du discours, alors que d'autres se concentrent davantage sur des constituants tels que l'objet ou le verbe. Ainsi, les auteurs mettent en lumière

que, lors de l'apprentissage d'une nouvelle langue, les locuteurs tendent à reproduire des schémas syntaxiques influencés par leur langue d'origine, révélant des adaptations spécifiques dans la structuration du discours.

En complément de ces travaux, une approche neuropsycholinguistique de la bilingualité permet d'explorer plus en profondeur les bases cérébrales de l'interaction entre les langues et d'éclairer les mécanismes neurologiques sous-jacents à l'acquisition simultanée de plusieurs langues.

IV. Approche neuropsycholinguistique du bilinguisme

Le développement neuropsychologique de l'enfant bilingue suit une évolution qui varie essentiellement en fonction du contexte d'acquisition des deux langues. Il est à noter qu'il existe une organisation spécifique au sujet parlant une seconde langue. Les nourrissons âgés de 8 mois, s'ils sont exposés à deux langues dans leur environnement, vont discriminer les contrastes phonémiques de celles-ci, ce qui va spécialiser leur répertoire des sons. Cette discrimination nécessite, selon Williams (1979), une organisation différente des capacités perceptives du nourrisson. Dans son étude, par la technique de Voice Onset Time aux États Unis, Williams (1979) explique ainsi que la perception et la production de l'anglais chez des enfants espagnols, sont abordées par un même système phonémique, qui serait identique à celui des nourrissons monolingues.

Les recherches initiales, influencées par des paradigmes modulariste de la cognition (Fodor, 1983), cherchaient à déterminer si les langues étaient stockées et traitées de manière séparée ou interdépendante, aboutissant à des résultats souvent contradictoires. Les travaux postérieurs se sont concentrés sur la question de l'accès aux langues, explorant si les bilingues accèdent à leurs langues de façon sélective ou non-sélective, en fonction de différentes tâches cognitives et langagières. En ce sens, les travaux de Köpke, en 2009, visaient à déterminer si les langues étaient stockées et traitées dans des zones cérébrales distinctes ou si elles partageaient des structures communes et donc étaient traitées de manière convergente. De plus, dans le domaine de l'accès aux langues, Köpke (2009) évoque le phénomène de « banalisation » de l'aphasie polyglotte, suggérant que les deux langues d'un bilingue équilibré sont traitées dans les mêmes régions cérébrales, ce qui corrobore l'hypothèse de convergence. Le bilan des études présenté par Köpke (2009) met en lumière les liens entre deux populations distinctes : les locuteurs en situation d'attrition linguistique et les interprètes de conférence. Ces deux groupes,

bien que différents en apparence – l'un se caractérisant par une diminution progressive de la maîtrise de l'une de ses langues en raison d'un usage réduit, et l'autre par une expertise acquise grâce à une pratique intensive et soutenue – révèlent des connexions importantes au niveau des mécanismes de contrôle des langues, tels que l'inhibition sélective, la gestion de l'interférence et la flexibilité cognitive. Pour les locuteurs en situation d'attrition linguistique, l'étude a montré que la perte de compétence dans une langue précédemment maîtrisée peut-être attribuée à des difficultés de contrôle linguistique. Ces difficultés surviennent dans des contextes où l'équilibre entre les langues est asymétrique, c'est-àdire lorsque l'une des langues est beaucoup moins accessible que l'autre. Les études pilotes ont révélé des parallèles entre l'apprentissage et l'attrition, suggérant que les deux processus pourraient être influencés par des mécanismes de contrôle similaires. En ce qui concerne les interprètes de conférence, ils représentent un cas d'expertise en multilinguisme, avec des compétences avancées non seulement dans le domaine linguistique mais aussi dans le contrôle des langues. Ils sont capables de simultanément plusieurs langues sans interférences significatives, ce qui indique un niveau élevé de contrôle exécutif. Les conclusions de l'étude soulignent également que les mécanismes de contrôle des langues sont essentiels pour la régulation du multilinguisme et peuvent varier considérablement d'une personne à l'autre. Ces mécanismes sont influencés par des facteurs tels que le degré d'expertise linguistique et les conditions d'utilisation des langues. Par exemple, les interprètes de conférence, qui sont spécialisés dans le traitement simultané de deux langues, montrent des coûts de changement de langue (alternance) réduits comparé aux bilingues moins équilibrés.

Comme évoqué lors des recherches précédentes, le traitement du langage se concentre principalement dans l'hémisphère gauche du cerveau, dans une aire spécifique, alors que d'autres fonctions telles que la mémoire sont gérées dans l'hémisphère droit. Fodor (1983) souligne la modularité du langage, notant qu'il est en partie autonome des processus centraux non spécifiques. La théorie de la modularité du langage de Fodor, énoncée dans son ouvrage « The Modularity of Mind » publié en 1983, avance l'idée que l'esprit humain est composé de modules cognitifs spécifiques et distincts, chacun dédié à des fonctions mentales particulières. Selon Fodor, la modularité du langage suggère que le système linguistique est largement indépendant des autres processus cognitifs généraux. En d'autres termes, il soutient que le langage fonctionne selon des principes ou des mécanismes spécifiques qui ne sont pas directement influencés par les autres aspects de la cognition humaine. Cette théorie postule que le traitement du langage se produit dans un module mental séparé, avec ses propres règles et fonctionnements internes

distincts des autres processus cognitifs, tels que la perception, la mémoire ou la résolution de problèmes. Fodor met l'accent sur la spécialisation du module linguistique, suggérant qu'il fonctionne de manière relativement autonome, même s'il peut interagir avec d'autres parties de la cognition dans certaines situations. L'approche neuropsycholinguistique de la bilingualité se distingue par son exploration des mécanismes cérébraux et cognitifs impliqués dans le traitement de Fodor, qui postule que les fonctions cognitives, y compris le langage, sont prises en charge par des modules cérébraux spécifiques. Tandis que Fodor suggérait que ces modules sont relativement indépendants et isolés, les recherches contemporaines sur le bilinguisme montrent une image plus dynamique et interconnectée du cerveau. De plus, les travaux successifs de Kuhl et Rivera-Gaxiola (2008), Li, Legault et Litcofsky (2014), ainsi que Pliatsikas (2019) mettent en lumière la plasticité cérébrale et les adaptations structurelles qui se produisent chez les individus bilingues. Les travaux de Kuhl et Rivera-Gaxiola (2008) explorent comment le bilinguisme influence le développement cognitif et linguistique dès le plus jeune âge. Utilisant des techniques d'imagerie cérébrale telles que l'EEG et la MEG, ils ont montré que les enfants bilingues présentent une sensibilité accrue aux différences phonétiques entre les langues qu'ils entendent. Les potentiels évoqués enregistrés chez ces enfants indiquent une capacité supérieure à discriminer les sons de parole des deux langues. En observant les interactions parent-enfant, ces chercheurs ont constaté que les enfants bilingues développent des compétences linguistiques flexibles et adaptatives, naviguant efficacement entre les deux systèmes linguistiques. L'étude de Li, Legault et Litcofsky (2014) explore également la plasticité cérébrale en lien avec l'apprentissage d'une seconde langue chez les adultes. Dans leur étude, ces chercheurs ont recruté des participants monolingues anglophones âgés entre 18 et 34 ans et les ont divisés en deux groupes : un groupe d'apprentissage du mandarin en L2 et un groupe témoin. Le groupe d'apprentissage de L2 a suivi un programme intensif d'apprentissage de la langue L2 sur plusieurs mois, tandis que le groupe témoin n'a pas reçu d'instruction linguistique supplémentaire. Les résultats ont montré des augmentations significatives de la densité de la matière grise dans plusieurs régions du cerveau chez les participants du groupe d'apprentissage de L2, notamment le cortex préfrontal dorsolatéral, qui joue un rôle central dans les fonctions exécutives, notamment la mémoire de travail, la planification, la prise de décision et le contrôle cognitif en général et le cortex pariétal inférieur qui lui, est impliqué dans l'intégration multi sensorielle et l'orientation spatiale, et il participe également à certaines facettes du traitement linguistique, comme la mémoire phonologique et l'attention aux détails dans le langage. Des

changements dans la matière blanche ont également été observés, indiquant une meilleure connectivité entre les régions impliquées dans le traitement linguistique et le contrôle cognitif. Ces résultats viennent ainsi enrichir notre compréhension des mécanismes de plasticité cérébrale et ouvrent la voie à une interprétation plus globale des effets de l'apprentissage linguistique. Pliatsikas (2019) propose quant à lui le modèle de restructuration dynamique, qui décrit comment l'acquisition et l'utilisation de plusieurs langues influencent la structure cérébrale à travers différentes phases. Lors des premières étapes de l'apprentissage d'une seconde langue, il y a une augmentation de la matière grise dans les régions du cerveau associées au contrôle exécutif et au traitement linguistique, telles que le cortex préfrontal et le cortex pariétal inférieur. Avec l'utilisation régulière de la seconde langue, la connectivité de la matière blanche entre les régions linguistiques et les régions de contrôle exécutif s'améliore, facilitant une communication plus efficace entre ces zones. Après des années de pratique bilingue, une réduction de la matière grise peut être observée dans certaines régions, indiquant une optimisation des réseaux neuronaux et une efficience cognitive avérée dans le traitement. Alors que les travaux neuro psycholinguistiques illustrent la plasticité cérébrale et les bénéfices cognitifs du bilinguisme, il devient indispensable d'examiner également ses dimensions sociales et culturelles, nous conduisant ainsi à adopter une perspective sociolinguistique des langues.

V. Approche sociolinguistique du bilinguisme

Les pratiques sociolinguistiques peuvent être étudiées au travers de plusieurs dimensions. Elles mettent l'accent sur la nature de l'interaction et des statuts des locuteurs en incluant les usages familiaux. Dès que l'enfant est scolarisé, que ce soit en maternelle ou à l'école élémentaire, il est confronté à une multitude de données linguistiques. Il doit donc mettre en place des repères identitaires, dépendant de la position perçue qu'occupe un groupe ou une ethnie comme étant prestigieuse ou stigmatisée. Bourdieu (1982) offre une analyse approfondie des relations entre le langage, le pouvoir et la structure sociale. Bourdieu (1982) explore la manière dont les pratiques linguistiques sont utilisées comme des outils de domination sociale et de distinction de classe. Il met en avant la notion de « capital linguistique », comparable au capital économique ou culturel, pour décrire la maîtrise des formes et des styles linguistiques associés à différents groupes sociaux. Ce capital linguistique peut être converti en avantages sociaux, économiques ou culturels et est transmis et reproduit au sein de la société. L'ouvrage

de Bourdieu *« Ce que parler veut dire : l'économie des échanges linguistiques* » (1982) met également l'accent sur la façon dont les pratiques linguistiques sont enracinées dans les structures sociales. Il explore comment les individus adaptent leurs registres linguistiques en fonction de leur position sociale et contextuelle, renforçant ainsi les inégalités sociales existantes. L'enfant bilingue doit, de ce fait, s'approprier les différents codes linguistiques et culturels spécifiques aux deux langues qui coexistent (Bernstein, 1975). Bernstein introduit la notion de « code » pour décrire les différents systèmes de communication et de langage utilisés dans l'éducation. Il distingue le « code restreint », un langage plus informel et contextualisé, souvent utilisé dans les milieux familiaux ou sociaux spécifiques, du « code élaboré », un langage plus formel et plus abstrait, généralement associé aux environnements scolaires et académiques. L'auteur explore comment ces différents codes influencent la transmission du savoir et la réussite scolaire. Il met en évidence comment les éducateurs et les institutions scolaires favorisent souvent le « code élaboré » dans leurs méthodes pédagogiques, ce qui peut créer des inégalités d'apprentissage pour les élèves qui sont plus familiers avec le « code restreint ». Bernstein souligne également l'importance de la structure sociale dans la détermination des formes de langage et de communication. Il examine comment les pratiques pédagogiques reflètent et perpétuent les divisions sociales et les inégalités en favorisant certains types de langage, souvent associés à des groupes sociaux privilégiés. Après avoir examiné les mécanismes linguistiques et pédagogiques qui influencent l'apprentissage, l'œuvre de Bernstein nous amène à explorer les effets du bilinguisme, mettant en lumière à la fois ses impacts positifs et ses aspects soustractifs dans le développement linguistique et éducatif.

1. Les effets positifs et effets les soustractifs du bilinguisme

Le modèle de Lambert (1974) distingue entre la « bilingualité additive » et la « bilingualité soustractive ». Comme évoqué plus haut, la bilingualité additive se produit lorsque l'enfant ajoute une seconde langue à sa langue maternelle sans que cela nuise à sa compétence dans sa première langue. Cela peut entraîner des avantages cognitifs tels qu'une meilleure capacité d'abstraction et une pensée plus flexible. En revanche, la bilingualité soustractive se produit lorsque l'enfant, souvent issu de minorités ethnolinguistiques, abandonne sa langue maternelle au profit d'une langue seconde plus valorisée socialement. En effet, il a été observé que le bilinguisme des enfants immigrés en France se caractérise par la sous valorisation de leur langue maternelle (L1) et leur disqualification en langue française (L2), ce qui peut augmenter

les coûts cognitifs et freiner leur réussite scolaire, notamment au niveau collège ou le discours explicatif est la clé de la construction des connaissances. Les changements historiques dans les pratiques éducatives et les changements sociétaux ont influencé la perception et le traitement des enfants immigrants bilingues. Alors que les années 1970 se concentrent sur la compétence communicative immédiate en français, les années 1980 et 90 ont vu une poussée vers une maîtrise plus approfondie du Français pour réussir à l'école, malgré les stéréotypes persistants selon lesquels les enfants immigrants avaient des compétences cognitives limitées. Les langues maternelles de ces enfants manquent souvent de légitimité au sein de systèmes éducatifs français et sont principalement utilisés dans la sphère familiale, conduisant à un bilinguisme « caché et très fragile », qui peut régresser face aux Français parfois qualifiés de « bilinguisme mort ». Les approches pédagogiques de l'époque, notamment pour le français langue étrangère, mettent l'accent sur les compétences orales, souvent à l'exclusion de la langue écrite, ce qui renforce les difficultés rencontrées par les enfants immigrés déjà défavorisés par le manque de légitimité de leur langue maternelle. Laparra (1990) suggère qu'une utilisation prudente et éclairée du concept de bilinguisme est essentielle pour améliorer les pratiques éducatives des enfants immigrants, en reconnaissant et en valorisant leurs compétences linguistiques et cognitives et en remettant en question les stéréotypes qui peuvent limiter leur réussite scolaire. Laparra (1990) souligne que le bilinguisme, lorsqu'il est bien intégré dans la pratique éducative, favorise la souplesse cognitive, améliore la résolution de problèmes et encourage une meilleure compréhension des cultures associées aux deux langues. Il identifie également un lien entre le bilinguisme et l'ouverture d'esprit des élèves envers la diversité culturelle. Laparra (1990) souligne que l'intégration des deux langues dans l'éducation permet de renforcer le sentiment d'appartenance culturelle des élèves issus de minorités linguistiques, tout en favorisant une intégration réussie dans la société majoritaire. Il propose que les enseignants adoptent des stratégies pédagogiques qui valorisent à la fois la langue dominante et la langue minoritaire. Cela peut inclure des programmes immersifs où les deux langues sont utilisées de manière équilibrée, ou des approches séquentielles où l'une des langues est introduite progressivement.

Ces différentes notions d’effets soustractifs ont souvent été étudiées dans les années 80, pour montrer le lien entre le bilinguisme et la valorisation de la culture. Entre autres, une analyse similaire, celle de Fitouni (1983), qui a exploré les interactions entre biculturalisme, bilinguisme et processus éducatifs dans des contextes postcoloniaux comme la Tunisie, mettant en lumière les défis supplémentaires, en termes de processus cognitifs, que rencontrent les enfants issus de

milieux défavorisés. En effet, cette observation vise à pointer le reflet d'une situation interculturelle complexe, dans laquelle les jugements subjectifs émis par les membres de la fraction socialement et ethniquement dominante favorisent certaines catégories immigrées. L'effet du stéréotype et le reflet du jugement subjectif de la société favorisent l'intégration de certaines catégories d'immigrés (comme ceux d'origine asiatique (Cummins (1986)) et contribuent indirectement à leur réussite sociale. Cummins (1986) propose un cadre conceptuel et des stratégies d'intervention visant à autonomiser les élèves issus de ces minorités. Il s'appuie sur l'importance de reconnaître et de valoriser la langue et la culture des élèves, soulignant que la maîtrise de la langue première peut faciliter l'apprentissage de la seconde langue et contribuer à la réussite éducative. Cummins (1986) identifie également le concept de « compétence communicative de base » comme étant essentiel pour le développement académique des élèves, évoquant la nécessité de développer des compétences linguistiques solides dans leur langue maternelle, tout en acquérant des compétences dans la langue de l'éducation formelle. Cette étude offre ainsi des orientations précieuses pour la mise en place de programmes éducatifs inclusifs et efficaces visant à soutenir les élèves issus de minorités linguistiques, plaçant au cœur de ces interventions la valorisation de leur identité culturelle et linguistique. La remédiation à ces privilèges incite les institutions à prendre en compte les différences culturelles et ethniques et à s'impliquer dans les programmes d'apprentissage scolaire, comme décrit par la suite. Ces constatations ont été faites par Cummins et restent valables pour la situation actuelle.

2. Prise en compte « institutionnelle » du bilinguisme

La prise en compte de la langue première dans les programmes scolaires devrait entraîner des conséquences favorables. Les modèles langagiers mettent l'accent sur l'importance du contexte social dans le développement du langage et de la bilingualité, en considérant les interactions sociales, et les valeurs attribuées au langage dans le réseau social de l'enfant comme déterminants du type de bilingualité développé. Le modèle de Hamers et Blanc (2000) souligne l'importance de la valorisation sociale de la langue maternelle dans le développement bilingue. Selon leur perspective, deux conditions sont essentielles pour favoriser un bilinguisme additionnel optimal chez un enfant. Tout d'abord, l'enfant doit avoir acquis la capacité de manipuler le langage pour des activités cognitives complexes, souvent impliquant des activités métalinguistiques. Aussi, les deux langues doivent être valorisées dans l'environnement de l'enfant. Lorsque ces deux conditions sont remplies, l'enfant peut bénéficier pleinement de son

expérience bilingue. Cela est particulièrement observable chez les enfants en situation de bilinguisme simultané, où les deux langues sont fortement valorisées dans le contexte familial, facilitant ainsi leur utilisation précoce dans des activités cognitives complexes. De même, cette dynamique peut également être observée chez les enfants de majorité ethnolinguistique qui commencent leur éducation dans une langue minoritaire, comme dans les programmes d'immersion. Dans ces situations, l'enfant intériorise les deux langues, les considérant toutes deux comme valorisées pour des fonctions cognitives et communicatives dans son environnement, ce qui lui permet de tirer avantage de cette situation bilingue. Il est donc nécessaire d'instaurer un bilinguisme généralisé, assuré par des programmes socio-éducatifs appropriés.

Les pratiques linguistiques, dépendantes de divers facteurs, sont alors influencées par l'attachement affectif envers une langue spécifique développée par l'individu bilingue (emotional involvement), (Titone, 1972), pour donner suite à des expériences émotionnelles intenses. Cette affection influence non seulement le choix habituel de la langue utilisée mais aussi son impact sur l'usage de la seconde langue. La nécessité de prendre en considération les langues par les institutions afin de les intégrer dans les programmes scolaires, pourrait engendrer en plus des conséquences favorables sur les réussites scolaires d'une certaine population mais aussi sur la qualité des apprentissages scolaires.

3. L'influence du bilinguisme sur les apprentissages scolaires

En s'intéressant sur l'étude de l'apprentissage des mathématiques en milieu bilingue, Dawe (1983) affirme que les apprenants bilingues se trouvent en situation de désavantage par rapport à leurs homologues monolingues dans les premières étapes de leur parcours éducatif en mathématiques. Selon l'auteur, cela s'explique par le fait que l'atteinte d'un niveau de compétence adéquat dans la langue d'enseignement devrait permettre aux élèves bilingues d'atteindre des performances similaires à celles des élèves monolingues. En outre, Dawe (1983) avance que les apprenants bilingues font face à des défis supplémentaires dans l'apprentissage des mathématiques, car ils doivent simultanément acquérir la capacité de manipuler les concepts mathématiques et les représentations sémantiques qui y sont associées. Toutefois Radford, (2002, 2003), expose qu'une compétence mathématique peut être observée dans une tâche de dessin par co-construction au moment d'interactions verbales. Radford avance que les sujets

bilingues doivent maîtriser les concepts de mathématiques indépendamment des concepts linguistiques. Ainsi Dawe et Radford par la suite font l'hypothèse que les fautes de vocabulaires ne justifient pas leur échec en mathématiques.

Dans la même continuité, Mbengone (2006) examine, dans son étude, l'impact du contexte culturel sur la compréhension chez des collégiens gabonais en situation de diglossie. Cette recherche consiste à faire lire à des collégiens un conte gabonais intitulé « Les trois fils d'Ada », suivi d'une épreuve écrite de rappel concernant l'histoire, huit jours plus tard. L'objectif principal est d'analyser les liens entre les dimensions culturelles et cognitives lors de tâches de lecture et d'écriture. Mbengone (2006) cherche à évaluer l'effet de la manière dont les informations sont présentées ainsi que des variables linguistiques et culturelles sur les performances de sujets bilingues et monolingues dans la compréhension et l'interprétation de textes narratifs. Les résultats obtenus indiquent que les sujets gabonais utilisent leurs connaissances culturelles pour enrichir leur compréhension de l'histoire, une tendance non observée chez les sujets français. En effet, dans des sociétés telles que la nôtre où l'écrit domine, les individus traitent les informations différemment car l'oral est considéré comme une simple modalité de présentation. Cette étude s'est appuyée sur la théorie de la compréhension de la lecture, qui met l'accent sur le rôle central de la mémoire de travail dans le processus de compréhension, élaborée et développée par le modèle de Kintsch (1998). Le modèle de Kintsch vise à expliquer comment les individus traitent mentalement les informations lors de la lecture de textes, selon deux concepts fondamentaux **:** la mémoire de travail et réseaux sémantiques et la construction de modèles mentaux. Kintsch (1998) a commencé par étudier la manière dont les lecteurs utilisent leur mémoire de travail pour traiter l'information textuelle. Il a observé que lorsque nous lisons, nous ne retenons pas chaque mot ou phrase de manière isolée, mais nous construisons une représentation cohérente du texte dans son ensemble. Pour comprendre comment cela se produit, Kintsch a exploré le rôle des réseaux sémantiques. Lorsque nous lisons, nous activons ces réseaux en connectant les mots que nous rencontrons dans le texte avec les connaissances que nous possédons déjà. Cela permet de créer des liens entre les différentes parties du texte et de donner un sens global à ce que nous lisons. Kintsch a également mis en évidence l'importance de la construction de modèles mentaux. En lisant un écrit, nous construisons un modèle mental du texte qui intègre les informations textuelles avec nos connaissances antérieures, ce qui nous permet de suivre le récit, de comprendre les relations entre les personnages et les événements, et de faire des inférences. Pour tester son modèle,

Kintsch a mené des expériences où il a demandé à des participants de lire des textes et de répondre à des questions pour évaluer leur compréhension. Il a analysé les réponses des participants pour affiner son modèle et comprendre comment les processus cognitifs sous-jacents influencent la compréhension en lecture. Dans le même domaine d'apprentissage que Mbengone (2006), Moschkovich, (2007), examine l'impact de l'utilisation de deux langues dans l'apprentissage des mathématiques chez les apprenants bilingues, en se basant sur des études de psycholinguistique et de sociolinguistique, l'auteur explore comment les apprenants bilingues utilisent deux langues lors de conversations mathématiques. Il distingue trois séries de travaux qui explorent des niveaux d'apprentissage différents : la première concerne l'acquisition de la seconde langue comme préalable à l'apprentissage des mathématiques, la seconde est relative à la construction du sens en mathématiques et la dernière, s'appuie sur la construction en interaction des compétences mathématiques. Il en ressort comme constat, que les postulats relatifs aux sujets bilingues sont différents. Les expériences psycholinguistiques révèlent que les adultes bilingues ont une langue préférée pour les calculs arithmétiques, ce qui suggère que les instructions en classe devraient permettre aux apprenants de choisir leur langue préférée. En outre, la recherche sociolinguistique souligne l'importance de documenter les ressources linguistiques utilisées par les apprenants pour communiquer mathématiquement plutôt que de considérer la commutation de codes comme un défaut. L'étude encourage une approche qui repose sur l'observation ethnographique des interactions en classe pour mieux comprendre comment les apprenants bilingues communiquent en mathématiques, en mettant l'accent sur l'expérience pédagogique antérieure et les profils linguistiques des élèves, enseignants, et parents, afin d'améliorer les pratiques d'enseignement et de recherche avec les apprenants bilingues en mathématiques. Par ailleurs, l'influence du bilinguisme sur les performances scolaires reste encore une question à débattre, dans la mesure où la dimension culturelle et les représentations sociales impactent significativement sur les apprentissages scolaires. L'étude de Bialystok et Craik (2010), intitulée "Cognitive and Linguistic Processing in the Bilingual Mind", explore les effets du bilinguisme sur les capacités cognitives et linguistiques, et examine comment ces effets influencent les performances scolaires des individus bilingues. Cette recherche met en évidence plusieurs avantages cognitifs associés au bilinguisme, qui peuvent se traduire par de meilleures performances académiques. L'un des principaux avantages observés est la flexibilité cognitive. Les bilingues montrent une grande capacité à passer d'une tâche à l'autre plus facilement, en raison de leur expérience constante de gestion de deux

systèmes linguistiques. Cette flexibilité cognitive renforce leur aptitude à adapter leur pensée et leur comportement en fonction des exigences contextuelles, ce qui est particulièrement bénéfique dans un environnement scolaire dynamique et exigeant. L'étude de Bialystok et Craik (2010) souligne que le bilinguisme renforce la conscience métalinguistique, c'est-à-dire la capacité de réfléchir sur les structures linguistiques. Cette compétence permet aux bilingues de mieux comprendre les règles grammaticales et syntaxiques, facilitant ainsi l'apprentissage de la lecture et de l'écriture dans les deux langues. Les groupes sont appariés selon des critères tels que l'âge, le niveau d'éducation et le statut socio-économique, afin de minimiser les variables confondantes. L'étude implique des enfants d'âge scolaire, typiquement entre 5 et 12 ans, ainsi que des adultes allant des jeunes adultes aux adultes d'âge moyen. Les participants bilingues parlent couramment deux langues, parmi lesquelles des combinaisons courantes incluent l'anglais-français, l'anglais-espagnol, l'anglais-hébreu et l'anglais-mandarin, reflétant des contextes nord-américains et internationaux variés, mais aussi l'utilisation courante de deux langues de nature totalement différentes. L'anglais s'écrit de gauche à droite et utilise un alphabet romain alors que l'hébreu s'écrit de droite à gauche et utilise un alphabet consonantique sémitique, aussi le mandarin utilise un alphabet totalement différent, des unités logographiques, des sinogrammes. Les auteurs utilisent plusieurs tâches pour évaluer les capacités cognitives des participants. Les tâches de contrôle exécutif incluent le test de Stroop et la tâche de changement de tâche, qui mesurent la capacité à inhiber des réponses automatiques et à ajuster rapidement son attention. Les tâches de flexibilité cognitive, telles que le Wisconsin Card Sorting Test, évaluent la capacité à s'adapter à des règles de tri changeantes. Les tâches de conscience métalinguistique impliquent la détection d'erreurs grammaticales et la compréhension de jeux de mots et d'ambiguïtés linguistiques. Les résultats montrent que les participants bilingues surpassent systématiquement les participants monolingues dans les tâches de contrôle exécutif et de flexibilité cognitive, ainsi que dans les tâches de conscience métalinguistique. L'étude de Bialystok et Craik (2010) démontre que le bilinguisme offre des bénéfices cognitifs significatifs qui ont un impact positif sur les performances scolaires. Alors que précédemment, Grosjean (2008), a exploré en profondeur les aspects psychologiques et sociaux du bilinguisme, et a examiné comment ces facteurs influencent les performances scolaires des individus bilingues. Grosjean (2008) met en lumière que le bilinguisme ne se limite pas à la simple capacité de parler deux langues, mais implique une interaction constante entre les deux systèmes linguistiques, ce qui influence le développement cognitif et affectif. Dans son

livre intitulé « Studying Bilinguals » l'auteur souligne que les bilingues développent souvent une flexibilité cognitive supérieure en raison de leur capacité à passer d'une langue à l'autre en fonction du contexte et des interlocuteurs. En outre, Grosjean (2008) examine l'impact des facteurs sociaux et culturels sur le bilinguisme. Il souligne que les attitudes sociales envers le bilinguisme peuvent affecter l'estime de soi et la motivation des élèves bilingues. Par exemple, dans des environnements où le bilinguisme est valorisé et encouragé, les élèves bilingues tendent à montrer de meilleures performances scolaires et une plus grande confiance en leurs capacités linguistiques. En revanche, dans des contextes où le bilinguisme est perçu négativement, les élèves peuvent éprouver des difficultés supplémentaires, notamment en termes de stress et de pression sociale, ce qui peut affecter leurs résultats scolaires. Le livre aborde également les aspects pratiques de l'éducation bilingue, en discutant des meilleures pratiques pédagogiques pour soutenir les élèves bilingues. Grosjean plaide pour une approche éducative inclusive qui reconnaît et valorise les compétences linguistiques et culturelles des élèves bilingues. Il recommande des programmes éducatifs qui intègrent les deux langues de manière équilibrée, permettant ainsi aux élèves de développer leurs compétences dans les deux langues de manière cohérente et complémentaire. Un aspect important de l'analyse de Grosjean est l'effet du bilinguisme sur la conscience métalinguistique des élèves. Il décrit comment les bilingues, en ayant une connaissance approfondie de deux systèmes linguistiques, développent une meilleure compréhension des structures linguistiques en général. Cette conscience métalinguistique performante facilite l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et de la grammaire, contribuant ainsi à de meilleures performances académiques. Grosjean offre une perspective riche sur les effets psychologiques et sociaux du bilinguisme, en mettant en évidence son impact positif sur les performances scolaires. Qu'en est-il alors sur le développement de l'intelligence ?

VI. Développement des Recherches sur le Bilinguisme et les Tests d'Intelligence : Un Regard Historique

Les premières recherches sur les effets du bilinguisme sur l'intelligence et les capacités cognitives remontent aux années 1920. Cette période marque un intérêt croissant pour la mesure des capacités intellectuelles, en grande partie stimulé par les développements dans les tests d'intelligence pendant la Première Guerre mondiale. Ces tests visaient à évaluer les compétences

des soldats, mais ont rapidement trouvé une application dans les milieux éducatifs pour évaluer les capacités des enfants.

Une des principales préoccupations soulevées par ces premières études concernait la langue d'instruction des enfants bilingues, souvent différente de leur langue maternelle. Cette situation a posé des défis importants en matière d'adaptation scolaire. Les chercheurs de l'époque ont constaté que les enfants bilingues obtiennent systématiquement de moins bons résultats aux tests verbaux d'intelligence par rapport à leurs pairs monolingues (Titone, 1974). Ces faiblesses observées chez les enfants bilingues dans les tests verbaux, étaient attribuées non seulement à des compétences linguistiques plus faibles en langue d'instruction, mais aussi à un potentiel « handicap linguistique ». Les chercheurs ont suggéré que cette faiblesse était due à un manque de maîtrise de la langue utilisée pour l'évaluation, plutôt qu'à une réelle différence dans les capacités cognitives des enfants (Titone, 1974). Un autre facteur clé, souvent négligé dans ces premières études, était le contexte socio-économique et culturel des enfants évalués. La majorité des enfants bilingues testés à l'époque provenaient de milieux agricoles ou urbains défavorisés, avec peu d'exposition à des environnements d'apprentissage structurés avant leur entrée à l'école. Ces milieux étaient caractérisés par un manque d'accès aux ressources éducatives, ce qui influence inévitablement les performances aux tests scolaires, en particulier ceux qui nécessitent des compétences verbales avancées. Les premiers tests d'intelligence ne prenaient pas en compte la familiarité limitée de ces enfants avec les apprentissages scolaires, ce qui biaise les résultats. Cette négligence des contextes de vie des enfants introduit des variables confondantes, faisant apparaître des différences de performances qui étaient en réalité davantage liées aux conditions d'éducation et d'instruction qu'à une véritable disparité cognitive entre enfants bilingues et monolingues.

Ces premières recherches ont joué un rôle déterminant dans la compréhension des défis auxquels les enfants bilingues étaient confrontés dans le système éducatif. Cependant, les conclusions tirées à l'époque étaient souvent limitées par des biais méthodologiques, notamment une prise en compte insuffisante des contextes linguistiques et socio-économiques des enfants évalués. Ces travaux ont néanmoins ouvert la voie à des recherches plus approfondies sur l'impact du bilinguisme sur le développement cognitif et scolaire, reconnaissant l'importance de considérer les variables contextuelles dans l'interprétation des résultats des tests d'intelligence.

Les tests d'intelligence utilisés au début du 20e siècle, tels que le Stanford-Binet (1916), ne prenaient pas en compte le fait que la plupart des enfants évalués provenaient de milieux agricoles ou urbains et n'avaient aucune familiarité avec les apprentissages scolaires. Par conséquent, ces tests ne produisaient pas de résultats significatifs pour ces populations (Saer, 1923). En 1973, Pitner et Arsenian ont revisité les études sur les effets du bilinguisme sur le développement de l'intelligence, en tenant compte de facteurs socio-économiques, de l'âge et du genre. Ils ont utilisé l'échelle de Hoffman (1973), un questionnaire biographique linguistique évaluant la fréquence d'utilisation d'une langue étrangère, pour leur analyse. Cependant, les résultats n'ont toujours pas été concluants, en partie à cause de la disparité des niveaux de bilinguisme entre les groupes étudiés. Les auteurs ont alors suggéré que l'absence de différence significative entre les scores des tests d'intelligence était due à l'influence partielle du milieu préscolaire, linguistiquement intégré. En 1961, Pearl et Lambert ont mené une étude sur 164 enfants scolarisés dans des écoles françaises de Montréal, supposés être des bilingues équilibrés, en utilisant des méthodes quantitatives plus rigoureuses pour évaluer l'effet du bilinguisme sur le développement de l'intelligence. Ils ont trouvé que les enfants bilingues obtiennent des scores élevés sur un test de vocabulaire en anglais basé sur des images et sur une échelle d'auto-évaluation linguistique. Toutefois, ces enfants appartenaient à une classe socio-économique plus élevée que celle des enfants monolingues, ce qui suggère que l'avantage verbal observé n'était pas nécessairement lié à l'intelligence. En 1970, Balkan a repris les recherches de Pearl et Lambert pour étudier le lien entre le bilinguisme et l'intelligence en considérant minutieusement toutes les variables : âge, genre, niveau socioéconomique, intelligence générale et bilinguisme équilibré, afin de minimiser les biais méthodologiques. Il a utilisé une batterie d'aptitudes scolaires collective (BASC) composée de trois épreuves clés : un test d'association de mots pour mesurer l'équilibre linguistique et la fluidité idéative, le questionnaire de Vildomec (1963) pour l'autoévaluation de la compétence linguistique, et une confirmation de la double compétence par les enseignants. Les résultats ont montré que les sujets bilingues obtenaient de meilleures performances que les monolingues dans les épreuves proposées. Par ailleurs, il est clair que plusieurs variables peuvent impacter sur le développement de l’intelligence et les performances scolaires, mais aussi les représentations sociales peuvent constituer un facteur probablement déterminant pour différencier les performances scolaires entre les apprenants bilingues et les apprenants monolingues.

VII. Développement des représentations sociales chez les sujets bilingues

Les enfants bilingues portent souvent avec eux des représentations sociales et culturelles façonnées par le contexte familial. Les valeurs transmises par l'école tendent à être alignées sur celles des parents, instaurant une certaine cohérence dans les influences culturelles. Cependant, lorsque l'enfant provient d'un milieu culturellement différent, il devient pertinent de questionner l'impact de ces valeurs éducatives sur son processus d'apprentissage. La période de la petite enfance est sensible, car l'enfant se développe au sein d'une transmission culturelle familiale, adoptant des codes et des comportements spécifiques à son groupe ethnique. Ce phénomène est souvent associé au processus d'enculturation, où l'individu acquiert sa propre culture, ainsi qu'à l'acculturation, qui implique l'intégration de la culture dominée dans la culture dominante. Lors de la scolarisation, ce dernier processus prend fréquemment forme et s'ajuste en fonction des valeurs transmises par la famille. Des recherches se sont intéressées à l'influence de variables culturelles sur les performances scolaires et en particulier en mathématiques. Wigfield et Eccles, (1992) ont construit un modèle décrivant l'effet des représentations culturelles et sociales sur la réussite scolaire. Ce modèle prend en considération la représentation sociale quel que soit le niveau de l'élève, des enseignants, des parents ou de la société ainsi que les deux facettes des représentations sociales cognitives et affectives. A travers ce modèle, l'auteur étudie le rôle de la capacité métacognitive spécifique et générale sur la réussite scolaire en contrôlant les effets de l'intelligence et de leur caractère motivationnel. Le modèle est représenté par quatre variables essentielles : (i)les aptitudes cognitives (Differential aptitudes), (ii) les expériences personnelles de la réussite scolaire (previous achievement-related experiences), (iii) les représentations sociales de la réussite scolaire en général (general self schemata) et (iv) des disciplines spécifiques (task-specific beliefs). Ce modèle propose que les attentes de succès et les valeurs de tâche interagissent pour influencer les choix de l'élève, son engagement dans les activités scolaires, et finalement, ses performances académiques. Par exemple, un élève qui croit fermement en sa capacité à réussir en mathématiques (fortes attentes de succès) et qui considère que les mathématiques sont essentielles pour sa future carrière (haute valeur utilitaire) sera plus enclin à investir du temps et des efforts dans cette matière, ce qui conduira à de meilleures performances. Aussi, les représentations culturelles et sociales sont impliquées dans la formation des attentes de succès et des valeurs de tâche. Les stéréotypes culturels et les normes sociales peuvent influencer la manière dont les élèves perçoivent leurs capacités et la valeur des

différentes tâches académiques. Par exemple, les stéréotypes de genre peuvent amener les filles à sous-évaluer leurs compétences en sciences et en mathématiques, affectant ainsi leurs attentes de succès et leur engagement dans ces domaines. De plus, les attentes des parents et des enseignants, qui sont souvent façonnées par des croyances culturelles, peuvent influencer les perceptions des élèves concernant la valeur et l'importance des différentes matières scolaires. Les élèves peuvent internaliser ces attentes et adapter leur comportement en conséquence, ce qui peut avoir un impact significatif sur leur réussite scolaire. A partir de ce modèle, l'auteur avance l'hypothèse que les variables individuelles ainsi que les variables environnementales influencent les représentations sociales des enfants, et que les représentations sociales des enfants influencent les aptitudes scolaires et conduisent à l'anticipation sur la réussite scolaire. Pour compléter ces perspectives, Vosniadou (1994) propose une approche centrée sur la manière dont les croyances culturelles et les représentations mentales façonnent la compréhension et l'apprentissage chez les enfants. Dans son étude, Vosniadou (1994) examine comment les modèles mentaux et les croyances naïves des enfants à propos de concepts scientifiques influencent leur compréhension et leur capacité à intégrer de nouvelles informations. En particulier, Vosniadou montre que les enfants construisent des modèles mentaux basés sur leurs expériences et croyances préalables, et que ces modèles peuvent soit faciliter soit entraver leur apprentissage en fonction de leur alignement ou conflit avec les nouvelles informations. Dans son étude, Vosniadou (1994), affirme que les réponses des enfants à des questions orales, associées à la réalisation de dessins ou de modèles en pâte à modeler, peuvent révéler leurs représentations mentales. Les résultats montrent que même lorsque les enfants sont informés par les médias des connaissances acceptées sur la forme de la Terre (ronde, tournant autour du Soleil), cela ne garantit pas une compréhension totale de ces caractéristiques. Jusqu'à 8-9 ans, certains enfants continuent à penser que la Terre, bien qu'elle soit ronde, a un bord ou une fin, et qu'on pourrait tomber. Vosniadou se demande pourquoi les enfants ont tant de difficultés à élaborer le modèle culturellement accepté de la Terre sphérique malgré les informations disponibles. L'auteur avance l'hypothèse que les enfants conçoivent spontanément la Terre comme un objet physique plutôt que comme un objet céleste. Des études interculturelles menées aux États-Unis, à Samoa, en Grèce et en Inde ont identifié plusieurs modèles mentaux de la Terre, dont le « modèle initial » de Terre plate, soutenu par quelque chose (sinon elle tomberait) et sur laquelle les gens vivent. D'autres modèles syncrétiques tentent de concilier les connaissances initiales des enfants (Terre plate) avec les informations scientifiques des médias

(Terre sphérique), comme les modèles de Terre double, Terre creuse et Terre aplatie. Vosniadou suggère que l'acquisition du « modèle scientifique » ne consiste pas simplement à enrichir les connaissances initiales, mais plutôt à abandonner ces connaissances au profit de notions radicalement nouvelles et souvent contre-intuitives. Par exemple, les enfants suédois montrent une compréhension plus avancée du globe et de son lien avec la représentation de la Terre. Les auteurs suggèrent alors que cette différence pourrait être due au niveau d'information des enfants suédois, bien que cette hypothèse ne soit pas confirmée. Les auteurs avancent l'idée d'une conception discursive et située de la connaissance, soulignant l'activité dépendante d'outils culturels et soutenant l'idée d'une transmission culturelle directe. Ces résultats de Vosniadou (1994) diffèrent de ceux d'autres études, notamment celle de Schoultz et al. (2001) qui ont examiné l'influence de l'environnement sur le développement des compétences cognitives, jetant ainsi les bases d'une compréhension plus profonde de la manière dont les facteurs environnementaux façonnent nos capacités mentales. En lien avec l'étude précédente, Schoultz, Säljö et Wyndham (2001), suggèrent que les divergences entre les deux études pourraient s'expliquer par les différentes approches méthodologiques utilisées et les contextes culturels spécifiques des populations étudiées, par rapport aux complexités liées à la compréhension conceptuelle de la Terre chez les enfants. L'étude de Schoultz, Säljö et Wyndham (2001) remet en question l'hypothèse selon laquelle ce qui est dit dans un entretien reflète le contenu conceptuel de l'esprit, en examinant comment 25 enfants suédois, âgés de 6 à 11 ans, utilisent un globe terrestre pour développer des compétences de raisonnement abstrait et pour interpréter des concepts culturels liés à la géographie. En engageant les enfants dans des tâches impliquant des concepts comme la latitude, la longitude et la rotation de la Terre, ces chercheurs ont observé comment ces interactions contribuent à une compréhension plus large des notions culturelles et géographiques. Les enfants ont démontré la capacité à utiliser le globe pour situer des lieux et pour articuler des explications sur des aspects culturels tels que les différences régionales et les relations internationales. L'étude souligne que l'utilisation d'objets concrets dans l'apprentissage aide les enfants à intégrer des connaissances culturelles dans leur raisonnement abstrait, illustrant l'importance des supports tangibles pour développer une compréhension du monde plus nuancée et contextualisée. Ainsi, ces auteurs acceptent l'existence de croyances ou d'états intentionnels qui permettent de percevoir et de concevoir des objets ou des événements de manière cohérente, en adoptant une définition de la culture comme produit de la communication. D’autres chercheurs avaient déjà abordé ces mêmes questions auparavant en utilisant une

procédure qui porte sur la flèche du temps. Fraisse, dans son ouvrages « Psychologie du Temps » (1967, 1979), a posé les bases théoriques de la perception du temps en examinant comment les individus perçoivent subjectivement le passage du temps et comment cette perception est influencée par les activités, les états émotionnels et les contextes culturels. Fraisse a également mis en lumière l'importance de la mémoire et de l'anticipation dans la structuration de l'expérience temporelle. Poursuivant cette exploration, Brown (2005) a intégré les perspectives théoriques et expérimentales de Fraisse dans un cadre contemporain en contribuant à l'ouvrage édité par Helfrich (2003), « Time and Mind II: Information Processing Perspectives ». Brown y examine les relations entre le temps, la mémoire et la causalité, en s'appuyant sur les découvertes récentes en neuropsychologie. Il met en avant comment certaines structures cérébrales sont impliquées dans la perception du temps, ajoutant ainsi une dimension neurobiologique à la compréhension des mécanismes temporels. Plus tard, Troadec, Zarhbouch et Frède (2006) ont comparé la perception temporelle d'enfants marocains et français de 10 à 11 ans, s'inspirant des travaux de Fraisse (1967, 1979) sur les comparaisons interculturelles de la flèche du temps, et ont mis en évidence des différences et similitudes culturelles. Il s'agit de présenter aux enfants des deux groupes, trois images sur une table, racontant une histoire ; les enfants doivent sur une deuxième table, répliquer la même chronologie des images et raconter l'histoire des images après une rotation de 180°. La comparaison des résultats de ces études a montré que tous les élèves suédois ont assimilé la représentation de la terre à 7 ans, alors que les enfants marocains n'assimilent la notion du globe terrestre qu'à l'âge de 11 ans et les enfants français ne l'assimilent parfaitement que vers 7-8 ans. Cette différence met l'accent sur le fait que le bilinguisme ne conçoit pas une flexibilité de l'orientation de la flèche du temps, mais c'est l'expérience liée à la lecture et l'écriture des langues en utilisant régulièrement le balayage visuel. Cela renvoie également à la question du rôle des représentations culturelles sur la scolarisation et de l'influence de ces dernières sur les apprentissages. Chaudenson, (2003) avait déjà montré que l'existence d'obstacles d'ordre culturel (croyance culturelle, historique et religieuse) pouvait influencer les apprentissages. Les sujets dans ce cas se heurtent à des exigences sociales inhérentes à la situation d'apprentissage, différentes de celles liées à leur propre culture. Chaudenson (2003) avance alors l'hypothèse que si ces enfants suivent un enseignement considérant que la terre renvoie à l'astronomie et non à la religion, ils présenteront forcément des difficultés à comprendre la description abstraite de la terre au Maroc. Chaudenson (2003), met en lumière comment les connaissances culturelles peuvent influencer les processus

d'apprentissage, en se concentrant particulièrement sur les contextes des langues créoles. Il explique que les croyances culturelles, historiques et religieuses jouent un rôle fondamental dans la manière dont les individus apprennent et s'adaptent à de nouvelles connaissances. Par exemple, dans certaines communautés créolophones, les croyances religieuses peuvent créer des réticences à l'apprentissage de langues ou de pratiques culturelles perçues comme étrangères ou incompatibles avec les traditions locales. De même, des traditions historiques peuvent renforcer des attitudes conservatrices envers le changement linguistique, limitant ainsi l'adoption de nouvelles formes linguistiques. L'auteur illustre que ces connaissances culturelles ne sont pas seulement des barrières à l'apprentissage, mais des éléments profondément enracinés qui façonnent la manière dont les individus intègrent et interprètent les connaissances nouvelles. L'ouvrage de Chaudenson (2003) démontre la nécessité de comprendre et d'intégrer ces dimensions culturelles pour développer des approches éducatives plus efficaces et adaptées, particulièrement dans des contextes multiculturels et multilingues comme ceux des sociétés créoles. Il met en lumière que ces connaissances culturelles ne sont pas simplement des barrières passives, mais des forces actives qui façonnent les comportements d'apprentissage et les processus d'intégration. Par exemple, il observe que les croyances religieuses peuvent influencer la perception et l'acceptation des nouvelles formes linguistiques, tandis que les héritages historiques peuvent renforcer des attitudes conservatrices face au changement, limitant ainsi l'intégration de nouvelles connaissances. Cette compréhension des connaissances culturelles est enrichie par les modèles d'acculturation qui offrent des cadres pour analyser comment les individus s'adaptent aux nouvelles cultures. Les modèles d'acculturation traditionnels, comme celui de Berry (1974), décrivent l'adaptation culturelle comme un processus bidimensionnel, où les individus naviguent entre l'adoption de la nouvelle culture et la préservation de leur culture d'origine. Ce modèle a été largement utilisé pour comprendre l'adaptation culturelle, mais il est souvent critiqué pour sa simplification excessive de la complexité des expériences d'acculturation. Pour approfondir cette analyse, le modèle tridimensionnel processuel d'acculturation (TDPOM) proposé par I.T. Wilczewska (2023) ajoute une dimension supplémentaire de création culturelle. Ce modèle reconnaît que les individus ne se contentent pas de choisir entre adopter ou maintenir une culture, mais qu'ils peuvent également créer de nouvelles pratiques culturelles en réponse à leur interaction avec la nouvelle culture. Cette dimension de création culturelle permet de capturer la manière dont les individus développent des façons de vivre uniques qui intègrent des éléments de leurs cultures d'origine et de la culture

d'accueil. En intégrant le modèle tridimensionnel de Wilczewska (2023), nous pouvons mieux comprendre comment les connaissances culturelles identifiées par Chaudenson (2003) influencent la création culturelle chez les individus bilingues et multiculturels. Tandis que Chaudenson met en avant les résistances et les dynamiques de pouvoir qui limitent l'adoption de nouvelles pratiques, le modèle de Wilczewska (2023) enrichit cette perspective en montrant que, malgré ces obstacles, les individus peuvent encore développer de nouvelles pratiques culturelles créatives. Cette création culturelle ne se produit pas en dépit des obstacles, mais souvent à travers une négociation complexe avec eux. Ainsi, l'intégration des modèles d'acculturation traditionnels et contemporains avec les observations de Chaudenson fournit une compréhension des dynamiques d'apprentissage et d'adaptation culturelle. Elle montre que l'acculturation et le bilinguisme ne sont pas seulement des processus de simple adoption ou rejet, mais des parcours dynamiques où les individus naviguent entre les résistances culturelles et les opportunités de création de nouvelles identités et pratiques culturelles.

Des études telles que celles de Doucerain et al. (2013) ont montré que les identités hybrides des bi-culturaux représentent un phénomène distinct des identifications patrimoniales ou dominantes, soulignant ainsi l'importance de reconnaître la diversité des expériences bilingues. Le TDPOM (2023) offre ainsi un cadre conceptuel pour intégrer de manière systématique les résultats de recherche existants sur les bi-culturaux. De plus, il invite à repenser les dimensions de référence de l'acculturation pour mieux refléter la réalité des sociétés contemporaines. Pour les sujets bilingues, cela implique de reconnaître que leur expérience est caractérisée par une dynamique de création culturelle continue. Le TDPOM (2023) élargit notre compréhension de l'acculturation en incluant la création culturelle comme une dimension essentielle. Le multiculturalisme, en tant que phénomène social et politique, joue un rôle dominant dans la définition de l'identité composite. Il repose sur la reconnaissance et l'intégration de diverses cultures au sein d'une même société, ce qui conduit à des identités hybrides ou composites. Cette notion se base sur la coexistence de différentes cultures où les pratiques, croyances et valeurs de chaque groupe sont reconnues et respectées. Les identités hybrides émergent ainsi dans des contextes multiculturels, où les individus intègrent des éléments de plusieurs cultures pour former une identité unique et multifacette. Le multiculturalisme promeut la reconnaissance et le respect de la diversité culturelle, permettant aux individus de maintenir leur identité culturelle tout en étant membres d'une société plus large. Les identités ne sont pas fixes mais dynamiques,

évoluant au fil du temps et des interactions avec différentes cultures, une dynamique accentuée dans les sociétés multiculturelles où les échanges culturels sont constants. Des théoriciens comme Bhabha (1994), Taylor (1994) et Hall (1996) ont exploré ces dimensions, en montrant que l'identité culturelle est un processus en constante évolution, influencé par les interactions interculturelles. Bhabha introduit la notion de "troisième espace" où se forment les identités hybrides, tandis que Taylor met en avant l'importance de la reconnaissance pour la formation de l'identité individuelle, et Hall souligne la nature dynamique et évolutive de l'identité culturelle. Le multiculturalisme enrichit notre compréhension de la formation de l'identité en intégrant les influences culturelles diverses et les processus interactifs qui les sous-tendent.

VIII. Conclusion du chapitre 2

En considérant l'état des connaissances sur le développement du langage chez les sujets monolingues et bilingues, et en intégrant les variables culturelles, environnementales et sociales, il est évident qu'il existe des différences significatives en termes de construits théoriques entre ces deux groupes. L'étude de l'apprentissage du langage chez les bilingues nécessite une compréhension approfondie des mécanismes complexes impliqués dans l'acquisition linguistique chez les enfants. Bien que les recherches sur les effets du bilinguisme sur l'apprentissage du langage soient abondantes, les études spécifiquement axées sur la mémoire de travail chez les bilingues demeurent rares. La mémoire de travail, une composante importante de la cognition, est responsable du stockage temporaire et de la manipulation de l'information nécessaire à des tâches cognitives complexes telles que la compréhension du langage, l'apprentissage et le raisonnement. Étudier la mémoire de travail dans le contexte du bilinguisme est particulièrement intéressant car elle pourrait révéler comment la gestion de deux langues influe sur la capacité cognitive générale. Des recherches ont suggéré que le bilinguisme pourrait renforcer certains aspects de la mémoire de travail en raison de la nécessité constante de gérer deux systèmes linguistiques. Cependant, ces hypothèses nécessitent une investigation plus approfondie pour mieux comprendre les mécanismes sous-jacents et les impacts potentiels sur les performances cognitives. Le bilinguisme, au-delà de l'aspect linguistique, influence également divers aspects de la cognition. Les bilingues développent souvent une flexibilité cognitive accrue, une meilleure capacité de changement de tâche et une gestion plus efficace des interférences cognitives. Ces compétences sont essentielles dans de nombreux contextes de la vie quotidienne et professionnelle. En explorant les différences de performance en mémoire

de travail entre les bilingues et les monolingues, nous pouvons mieux comprendre comment le bilinguisme influence le fonctionnement cognitif global et identifier les avantages cognitifs potentiels associés à l'utilisation de plusieurs langues. Par ailleurs, dans le cadre de cette thèse, l'étude du bilinguisme ne se limite pas à la pratique de deux langues seulement, mais inclut également la coexistence de deux cultures et deux identités, qui peuvent être totalement différentes. Le bilingue en question doit non seulement adapter son langage mais aussi naviguer entre les codes sociaux de deux environnements culturellement distincts. Cette adaptation constante aux contextes sociaux et culturels multiples enrichit la compréhension du bilinguisme et du biculturalisme, et souligne l'importance de considérer les dimensions culturelles et identitaires dans les études sur le bilinguisme. Cette recherche se concentre ainsi sur les performances des fonctions cognitives et mnésiques dans le contexte de l'usage des langues et du biculturalisme, en visant à enrichir notre compréhension des dynamiques complexes qui sous-tendent le bilinguisme et le biculturalisme. Cette recherche contribue non seulement à la théorie du développement cognitif et linguistique mais aussi à des applications pratiques, comme l'éducation bilingue et le soutien cognitif pour les populations multiculturelles.

Partie 2 : Le langage et la Cognition

Chapitre 3 : Etude du développement et du fonctionnement cognitif

I. Le fonctionnement cognitif

Le fonctionnement cognitif des actions volontaires définit la manifestation en quelques milliseconde du cerveau. Il s'agit, pour le cerveau, de décider quelle sera l'action réalisée et de préparer la réponse à exécuter au bon moment. Ces actes seraient possibles par le biais des fonctions cognitives, que nous expliciterons en détail dans le paragraphe suivant.

1. Définition des fonctions cognitives

Les définitions des fonctions cognitives peuvent varier légèrement selon les sources et les domaines de spécialisation (psychologie, neurologie, psychiatrie, etc.). Quelques définitions récentes tirées de différents dictionnaires et sources académiques sont mentionnées dans ce qui

Dictionnaire de Psychologie (2021) par Alain Blanchet et Bénédicte Gautier

« Fonctions cognitives : Ensemble des processus mentaux qui permettent de traiter l'information, d'apprendre, de se souvenir, de raisonner, de résoudre des problèmes, de comprendre le langage, etc. »

Oxford Reference (2021)

« Cognitive functions are the mental processes that enable an individual to understand and interact with the world around them. These processes include perception, attention, memory, language, and problem-solving. »

Dictionnaire médical Merriam-Webster (2020)

« Cognitive function: Any of various intellectual operations or processes, such as reasoning, memory, and perception that are involved in the knowing process. »

American Psychiatric Association (2013), DSM-5

« Cognitive functions refer to the mental processes that enable an individual to receive, store, retrieve, comprehend, and use information. These processes include attention, executive functions, learning and memory, language, perception, and social cognition. »

Les fonctions cognitives font donc référence à l'ensemble des processus mentaux qui permettent à un individu de recevoir, de stocker, de récupérer, de comprendre et d'utiliser l'information. Ces fonctions sont essentielles pour le fonctionnement quotidien, l'apprentissage, la mémoire, le langage, le raisonnement et la résolution de problèmes, entre autres. Il est important de noter que les fonctions cognitives sont souvent étudiées dans le contexte de leur dépendance à l'intégrité structurelle et fonctionnelle du cerveau, et que des troubles ou des déficits dans ces fonctions peuvent être associés à diverses conditions neurologiques ou psychiatriques. Ces fonctions constituent différents mécanismes et sont effectuées par le cortex cérébral ; celui-ci, constitué de la majorité des neurones, se compose de plusieurs aires cérébrales responsables du fonctionnement cognitif (voir Figure 5).

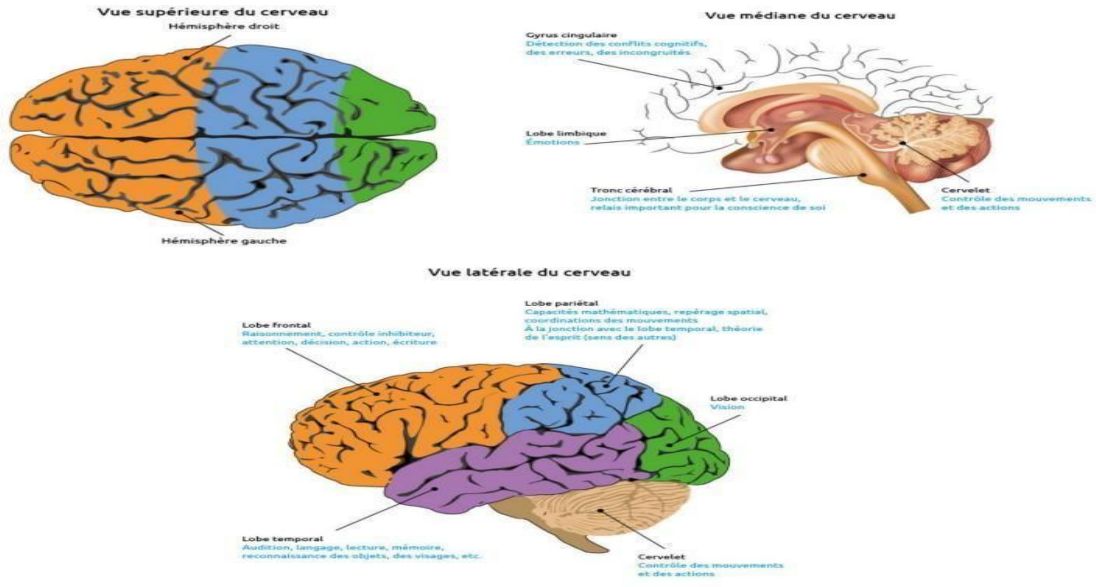


Figure 5

Les aires cérébrales associées aux fonctions cognitives.
Source : Houdé, Borst et al. (2018). *Le cerveau et les apprentissages*.

Les grands domaines associés aux différentes aires cérébrales selon la Figure 5 ci-dessus manifestent le fonctionnement cognitif selon une structuration spécifique. Le schéma de la Figure 5, traduisant cette association, montre que le lobe frontal est associé à la fonction de l'attention et les fonctions exécutives. Le lobe pariétal est associé au contrôle des mouvements et du repérage spatial. Le lobe occipital est associé à la perception de la forme, de la distance des objets et l'orientation par la perception des relations entre les objets dans l'espace. Le lobe temporal est associé à la mémoire, le langage et enfin le cervelet est associé au contrôle des mouvements et de l'action. Ces différents domaines sont explicités plus en détail ci- dessous.

II. Les grands domaines du fonctionnement cognitifs

1. Le langage

Le langage oral et le langage écrit font partie des fonctions linguistiques qui permettent un accès au lexique et à la syntaxe. Elles contribuent à la compréhension en associant des sons à des concepts et à la production, comme cela a été décrit dans le premier chapitre de cette thèse. Ainsi, au-delà de ces fonctions linguistiques essentielles à l'accès au lexique et à la syntaxe, le traitement du langage mobilise également des fonctions exécutives qui orchestrent et régulent l'ensemble des processus cognitifs impliqués dans la communication. Pour évaluer ces différentes composantes du langage, divers outils standardisés sont utilisés, tels que le NEPSY-II (Korkman, Kirk, & Kemp, 2007) pour l'évaluation du langage oral, la Batterie BELEC (Mousty, Leybaert, Alegria, Content,
& Morais, 1994) pour le langage écrit, ou encore le CELF (Clinical Evaluation of Language Fundamentals) (Semel, Wiig, & Secord, 2003), qui permet d'analyser les compétences linguistiques et les troubles du langage chez l'enfant.

2. Les fonctions exécutives

Les fonctions exécutives permettent d'adopter des comportements adaptés à des situations nouvelles ou complexes en évaluant les faits pour agir de manière appropriée. Elles se composent principalement de trois fonctions clés : l'inhibition, la mise à jour des informations

stockées en mémoire de travail et la flexibilité cognitive (Rabbitt, 1997 ; Hughes, 1998 ; Miyake et al., 2000).

L'inhibition, en particulier, joue un rôle fondamental dans la régulation des comportements et des pensées. Elle se divise en plusieurs sous-composantes :

- **L'inhibition motrice**, qui permet de stopper ou de retarder une action automatique inappropriée. Elle est essentielle au contrôle des impulsions et est fréquemment évaluée par des tâches comme le Go/No-Go (Logan & Cowan, 1984) ou le Stroop Victoria (Regard et al., 1982).
- **L'inhibition cognitive (ou conceptuelle)**, qui empêche l'activation d'informations non pertinentes en mémoire et permet d'éviter des interférences. Cette composante est mesurée par des tests tels que la tâche de Stroop (Stroop, 1935) ou les paradigmes de suppression d'indices.
- **L'inhibition attentionnelle**, qui permet d'ignorer les distractions et de se concentrer sur une tâche spécifique, une capacité mesurée à l'aide de tâches comme le test de Flanker (Eriksen & Eriksen, 1974).

Par ailleurs, on distingue deux grandes catégories de fonctions exécutives :

- **Les fonctions exécutives « froides »**, impliquées dans la planification, la résolution de problèmes et l'abstraction. Elles sont sollicitées dans des situations non émotionnelles et reposent sur un traitement cognitif rationnel. L'inhibition y joue un rôle central, permettant d'écarter les réponses impulsives et de maintenir l'objectif en mémoire.

- **Les fonctions exécutives « chaudes »**, qui interviennent dans l'autorégulation du comportement, la prise de décision affective (expérience de récompense et de punition) et la cognition sociale (théorie de l'esprit et traitement des émotions) (Zelazo & Carlson, 2012). Ces fonctions sont particulièrement sollicitées dans des situations impliquant des enjeux émotionnels.

Le développement des fonctions exécutives, et plus particulièrement de l'inhibition, suit une trajectoire progressive au cours de l'enfance et de l'adolescence. Dès le plus jeune âge, les

enfants commencent à développer une capacité de contrôle de leurs actions et pensées, mais cette maturation est lente et continue jusqu'à l'âge adulte. L'inhibition motrice émerge relativement tôt (vers 3-4 ans), tandis que l'inhibition cognitive et attentionnelle se consolide plus tard, en parallèle du développement du cortex préfrontal (Best & Miller, 2010).

Toutefois, l'inhibition seule ne suffit pas à traiter efficacement l'environnement ; elle doit être modulée par d'autres fonctions, telle que l'attention qui jouent un rôle important dans la sélection des informations pertinentes et dans la régulation des ressources cognitives.

Ainsi, l'attention permet de filtrer, prioriser et orienter les stimuli sensoriels afin d'optimiser le traitement de l'information et l'adaptation aux exigences de la tâche en cours.

3. L'attention

L'attention est un processus cognitif fondamental qui constitue une source essentielle de connaissance et d'action. Elle agit comme un mécanisme central de coordination et d'intégration, permettant de sélectionner, d'organiser et de traiter les informations pertinentes tout en ignorant les stimuli non pertinents (Posner & Petersen, 1990 ; Chun et al., 2011). L'attention est indispensable pour une exécution efficace des tâches cognitives et motrices, en agissant comme un filtre entre les multiples sollicitations de l'environnement (Desimone & Duncan, 1995).

4. La perception

La perception est la faculté qui permet de prendre connaissance du monde environnant grâce aux informations issues de nos sens. Ce processus complexe ne se limite pas à la simple réception des stimuli sensoriels, mais implique également leur organisation, leur interprétation et leur intégration dans un cadre cohérent pour produire une expérience consciente (Gibson, 1979 ; Goldstein, 2010). Elle repose sur des mécanismes neurocognitifs sophistiqués qui traitent et sélectionnent les informations pertinentes, permettant ainsi une interaction efficace avec l'environnement (Palmer, 1999).

La perception repose sur les cinq sens principaux (vue, ouïe, toucher, goût et odorat) ainsi que sur des systèmes spécifiques comme la proprioception (perception de la position du corps) et l'équilibrioception (perception de l'équilibre) (Blakemore & Frith, 2003). Une fois captées, ces informations sont transmises au système nerveux central, où elles sont traitées par différentes aires cérébrales, notamment le cortex sensoriel primaire et les régions associatives, afin d'être intégrées et utilisées pour guider le comportement et la prise de décision (Mesulam, 1998 ; Serences & Yantis, 2006).

La perception joue un rôle central dans l'orientation spatiale, en permettant à un individu de se situer dans son environnement et d'interagir avec celui-ci. Par exemple, les informations visuelles, auditives et proprioceptives sont intégrées pour guider les déplacements, éviter les obstacles et ajuster les postures. Ces processus sont essentiels dans des tâches quotidiennes telles que marcher, conduire ou simplement attraper un objet.

La perception est également une composante fondamentale des fonctions visuo-motrices, qui intègrent les informations visuelles et les mouvements corporels pour accomplir des actions précises. Ces fonctions sont impliquées dans des activités telles que la préhension des objets (attraper ou manipuler un objet), le graphisme (dessin, écriture) ou encore le contrôle des gestes fins et coordonnés. Elles nécessitent une collaboration étroite entre les systèmes sensoriels et moteurs, orchestrée par des circuits neuronaux complexes.

La perception est pourvue de compétences liées au calcul, notamment dans l'évaluation rapide des quantités, des distances et des proportions. Par exemple, la perception visuelle permet d'estimer la taille relative des objets, leur position dans l'espace et leur vitesse de déplacement. Ces habiletés perceptuelles sont particulièrement utiles dans des tâches impliquant la manipulation d'objets ou la résolution de problèmes mathématiques concrets.

Chez l'enfant, le développement des capacités perceptuelles constitue un prérequis pour l'acquisition de compétences motrices, cognitives et sociales. Des activités comme le dessin, les jeux de construction ou les interactions avec l'environnement naturel permettent de renforcer les liens entre perception, action et cognition, favorisant ainsi un développement harmonieux. D'autres composantes telle que la mémoire, viennent participent au bon fonctionnement cognitif de l'individu.

5. La mémoire et ses composantes

Elle se compose d'un système composé de la mémoire à court terme (mémoire de travail) et de la mémoire à long terme. (Voir Figure 6*).* Le modèle des systèmes de mémoire à long terme proposé par Larry R. Squire en 2004, distingue principalement deux catégories de mémoire : la mémoire déclarative et la mémoire non déclarative.

Ces formes de mémoire non déclarative sont principalement médiées par des structures cérébrales telles que les noyaux gris centraux, le néocortex, l'amygdale et le cervelet.

Ce modèle met en évidence la complexité et la diversité des systèmes mnésiques, chacun reposant sur des circuits neuronaux distincts et contribuant différemment à notre capacité à acquérir, conserver et utiliser des informations.

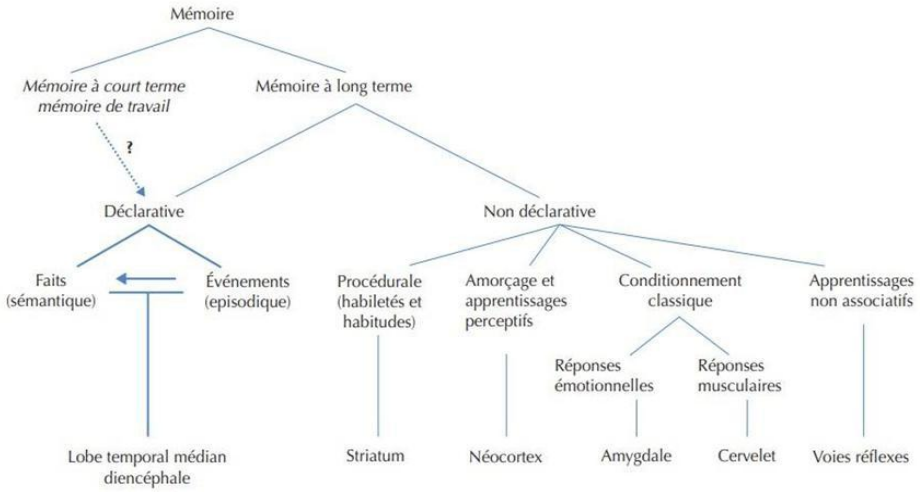


Figure 6
Taxinomie des systèmes de mémoire à long terme (MLT).
Source: Squire, L. R. (2004). *Memory systems of the brain*. *Neuro*.

5.1.La mémoire à long terme (MLT)

Est un système de stockage d'informations pour une durée illimitée dans le temps. Elle est dotée d'une incommensurable capacité de stockage, dont les limites ne sont pas déterminées actuellement. La MLT se compose de deux variétés de mémoire : la mémoire explicite appelée aussi déclarative et la mémoire implicite appelée aussi non déclarative, comme détaillées cidessous.

La mémoire explicite déclarative

Relate des informations stockées consciemment et se compose de la mémoire sémantique et de la mémoire épisodique du fait que les informations peuvent être rappelées par le biais du langage.

- La mémoire sémantique est la mémoire des connaissances sur le monde indépendamment de leur contexte temporo-spatial d'acquisition. L'identification d'un mot, d'un contexte, d'un objet ou d'un visage repose sur la confrontation avec un répertoire de connaissance acquis au cours du développement.
- La mémoire épisodique permet l'encodage, le stockage et la récupération d'informations du vécu personnel qui fait référence à la mémoire propre de l'individu et situées dans leur contexte temporo-spatial.

La mémoire non déclarative implicite

Elle se compose de différents états faisant fonction de mémoire. Les plus importantes sont la mémoire procédurale et l'amorçage.

- La mémoire procédurale intervient dans les routines du quotidien mais aussi dans les habiletés. Elle opère dans les apprentissages d'une réponse motrice en réaction à une stimulation sensorielle.
- L'amorçage sert à améliorer la capacité à identifier un item préalablement présenté (ex : rappel implicite d'une liste de mot).

Deux autres états de mémoire non déclarative sont mentionnés (cf. figure 6) le conditionnement classique et les apprentissages non associatifs. Ces deux dernières formes de stockage sont une autre forme de mémoire procédurale et interviennent dans la motricité fine, le contrôle visuomoteur et la coordination des mouvements. Par ailleurs, la mémoire de travail qui fait l'objet essentiel de notre recherche sera détaillée dans les paragraphes suivants.

5.2.La mémoire de travail (MDT) ou mémoire à court terme

Permet le stockage et la manipulation d'informations pendant une durée limitée. Cette fonction constitue un système isolable, qui peut être étudié indépendamment de la perception, du langage ou de la pensée (Olson et Strauss, 1984). Différentes composantes jouent un rôle majeur dans la mémoire à court terme (MCT), par opposition à la mémoire à long terme (MLT).

III. La Mémoire de travail (mémoire à court terme)

1. Concepts et définitions de la mémoire de travail

La mémoire de travail fait référence essentiellement à son aspect actif. Cowan (2016, p. 1415), énonce la définition suivante : « *La mémoire de travail correspond à l'ensemble des*

composants de l'esprit qui retiennent temporairement une quantité limitée d'information dans un état de disponibilité accrue pour être utilisée dans le traitement de l'information en cours ». Elle permet donc un stockage d'informations dans « *un espace de travail »* mental afin de les maintenir et de les manipuler pendant une certaine période. Cette mémoire est constamment sollicitée lors de nos activités quotidiennes ; lors de la recherche d'une information, d'un raisonnement, ou de la compréhension d'un texte dans un but de reconnaissance ou de rappel immédiat. Son fonctionnement doit suivre un cheminement de processus différents du fait qu'elle est en constante activation. L'importance accordée à l'étude de la mémoire de travail a débuté il y a plus d'un siècle avec les travaux d'Ebbinghaus (1885-1913).

Influencé par la méthode expérimentale dans l'étude de la sensation des « *Elemente der Psychophysik de Fechner » (*Boring, 1957 ; Roediger, 1985*),* Ebbinghaus (1879 -1880, 1883 – 1884) va utiliser les mêmes investigations pour étudier la mémoire dans son aspect global, en étant lui-même son propre sujet d'expérience. Il avance de ce fait que les états mentaux se maintiennent même lorsqu'ils disparaissent de la conscience et leurs effets continuent d'exister. Selon Ebbinghaus (1885-1964), les états de conscience peuvent être retrouvés, volontairement par une activité de rappel, involontairement, par leur manifestation longtemps plus tard mais aussi par l'impact qu'ils provoquent inconsciemment sur les comportements. Ebbinghaus (1885) va alors cultiver un procédé afin de collecter les contenus mnésiques quel qu'ils soient ; conscient ou pas, qui sera nommé en ce jour « *méthode d'économie au réapprentissage* ». Cette méthode permet de mesurer objectivement et avec précision la rétention et l'influence d'un événement vécu. Il utilise alors un matériel simple composé de syllabes (2300) insignifiantes, de difficulté homogène et distincte des coutumes linguistiques. Ces syllabes sont structurées en séries pouvant être naturellement verbalisées et ne possédant aucun moyen mnémotechnique pour être liées entre elles. La lecture de ces syllabes s'effectue en plusieurs temps à haute voix sur un battement de 150 unités par minute avec une interruption de 15 secondes entre chaque lecture, jusqu'à ce que la série soit correctement répétée. Ebbinghaus expérimentait sur lui-même, mémorisant ces listes en les lisant à haute voix à un rythme constant, avec des pauses régulières entre chaque lecture. Il notait le nombre d'essais nécessaires pour réciter parfaitement chaque liste. Cette méthodologie rigoureuse lui a permis de quantifier la relation entre le nombre de répétitions et la rétention des informations. Ses recherches ont conduit à la formulation de la courbe de l'oubli, qui décrit comment l'information est perdue au fil du temps sans révision. Il a observé que l'oubli est rapide peu après l'apprentissage, puis ralentit progressivement, certaines

informations restant en mémoire sur de longues périodes. Ebbinghaus a également mis en évidence l'effet de primauté (meilleur rappel des premiers éléments d'une liste) et l'effet de récence (meilleur rappel des derniers éléments), démontrant que la position d'un élément dans une séquence influence sa mémorisation. Afin de parfaire sa méthode, Ebbinghaus (1879-1880/1883-1884) s'appuient sur des notions de mathématiques et de statistiques et introduit les concepts de moyenne et de variabilité. Il étudie par la suite l'évolution de la mémoire au cours du temps. Ebbinghaus (1878-1984) a constaté que la mémoire de travail est limitée en capacité avec un nombre de 7 éléments en moyenne pouvant être retenus à court terme. Ainsi, ces sept éléments peuvent être des chiffres (ex. : 3, 8, 1, 4), des lettres (ex. : F, T, G, B), des mots (ex. : chien, livre, orange) ou encore des groupes de lettres formant des unités significatives (ex. : CIA, FBI, NASA). Miller, (1956) soutient alors que cette moyenne de 7 éléments retenus n'entrave pas les mécanismes de maintien de l'information.

La mémoire de travail joue un rôle essentiel dans le développement cognitif (Piaget, 1937). Elle permet de retenir une information tout en la manipulant, afin de réaliser une action orientée vers un but, ce qui lui assure une place primordiale dans les apprentissages scolaires (Gathercole, Lamont, & Alloway, 2006). Elle donne accès au décodage dans l'apprentissage de la lecture (De Jong, 2006), à la compréhension de texte par la signification des mots (Carretti et al., 2005), à l'apprentissage de l'écriture par l'émergence d'idée, de planification et la réalisation de l'activité motrice (Olive et al., 2002), à conserver les éléments de calcul en mathématiques et retenir les étapes intermédiaires ainsi que la consigne (De Smedt et al., 2009) et enfin elle permet les jeux de construction dans le raisonnement non verbal (Gathercole et al., 2016). Par ailleurs, les performances en mémoire de travail s'accroissent au cours du développement de l'enfant (Dempster et al., 1981), de manière quantitative. L'apprenant va mémoriser de plus en plus d'éléments en grandissant. Par la suite, des mécanismes accordant le maintien actif de l'information vont être mis en place, ce qui permet un stockage qualitatif de l'information. Cette évolution dans le développement de la mémoire de travail sera détaillée au sein de la section suivante.

2. Développement de la Mémoire de Travail et Processus de stockage d'informations

Les recherches de Cowan (1995) ont mis en évidence l'interaction dynamique entre la mémoire de travail et la mémoire à long terme, soulignant que la première est une partie activée de la seconde. Parallèlement, les travaux d'Ebbinghaus (1885) ont jeté les bases de l'étude expérimentale de la mémoire, notamment en introduisant des méthodes quantitatives pour évaluer la rétention et l'oubli. Ces recherches ont été approfondies par Jenkins et Dallenbach (1924), qui ont démontré que le sommeil suivant l'apprentissage favorise la rétention des informations, suggérant un rôle protecteur du sommeil contre l'oubli. Ces contributions ont grandement enrichi notre compréhension du développement de la mémoire de travail et des processus de stockage de l'information. Ces contributions ont grandement enrichi notre compréhension du développement de la mémoire de travail et des processus de stockage de l'information, ouvrant la voie à des recherches approfondies sur la manière dont la mémoire de travail se développe et interagit avec la mémoire à long terme.

Le développement de la mémoire de travail est un processus lent et tardif ; il est graduel avec l'avancée en âge (Dempster, 1981) et débute vers l'âge de 5 mois (Diamond, 1985). Gaonac'h et Fradet (2003) analysent comment la mémoire de travail, un système cognitif complexe, évolue au fil du temps chez l'enfant. Ils expliquent que ce développement est progressif et dépend de plusieurs facteurs clés : (i) Maturation cérébrale : les auteurs soulignent que la maturation du cerveau joue un rôle fondamental dans le développement de la mémoire de travail. Cette maturation implique la croissance et la myélinisation des neurones, ainsi que le développement des connexions synaptiques. Ces changements structuraux et fonctionnels dans le cerveau, particulièrement dans le cortex préfrontal, sont essentiels pour l'amélioration des capacités de mémoire de travail au fur et à mesure que l'enfant grandit. (ii) Entraînement cognitif : le développement de la mémoire de travail est également influencé par l'expérience et l'entraînement cognitif. Gaonac'h et Fradet (2003) discutent des pratiques éducatives et des activités qui sollicitent la mémoire de travail, comme les jeux de mémoire, les exercices de mathématiques, ou encore la lecture. Ces activités renforcent la capacité des enfants à maintenir et à manipuler des informations, ce qui conduit à une amélioration progressive de la mémoire de travail. (iii) Influence de l'environnement scolaire : L'environnement au sein duquel un enfant évolue, notamment le milieu scolaire, a un impact significatif sur le développement de sa mémoire de travail. En effet, les interactions avec les enseignants, la structure des tâches

scolaires, et le soutien pédagogique jouent tous un rôle essentiel dans la manière dont la mémoire de travail se développe. Un environnement stimulant et des méthodes d'enseignement adaptées peuvent aider à maximiser le potentiel de la mémoire de travail chez les élèves. Par ailleurs, Gaonac'h et Fradet (2003) explorent aussi par la suite comment la mémoire de travail influence diverses activités cognitives, et plus particulièrement son impact sur la réussite scolaire. Ils mettent en évidence plusieurs points : (i) Impact sur l'apprentissage : La mémoire de travail est indispensable pour de nombreuses tâches scolaires complexes, telles que la compréhension de textes, la résolution de problèmes mathématiques, et l'organisation des idées dans l'écriture. Les auteurs montrent que la capacité de mémoire de travail détermine souvent la performance des élèves dans ces domaines. Par exemple, un enfant ayant une mémoire de travail limitée peut avoir du mal à se souvenir des informations nécessaires pour résoudre un problème mathématique ou suivre le fil d'une histoire lors de la lecture. (iii) Difficultés liées à des déficits de la mémoire de travail : Gaonac'h et Fradet (2003) mettent en lumière les difficultés scolaires que peuvent rencontrer les enfants ayant une mémoire de travail déficiente. Ces déficits peuvent se manifester par des problèmes de concentration, des erreurs fréquentes dans les tâches de calcul, ou des difficultés à comprendre des instructions complexes. (iii) Stratégies pédagogiques : pour soutenir les élèves qui rencontrent des difficultés en raison de déficits de la mémoire de travail, les auteurs proposent plusieurs approches pédagogiques. Gaonac'h et Fradet (2003) recommandent des stratégies d'enseignement spécifiques, telles que la simplification des instructions, l'utilisation d'aides visuelles, et la répétition des informations clés. De plus, ils suggèrent des adaptations dans l'organisation des tâches scolaires pour alléger la charge de la mémoire de travail, comme le fractionnement des tâches complexes en étapes plus simples et plus gérables. Le développement de la mémoire chez l'enfant, comme indiqué, suit une certaine chronologie dans l'âge réel : à l'âge de 6 mois, les nourrissons sont capables de retenir un seul élément en mémoire de travail sans précision, vers 9 mois, ils peuvent mémoriser les détails de deux éléments après leur retrait et 3 objets à 12 mois (Kibbe & Leslie, 2013). Par ailleurs, ces composantes ne se développent pas à la même vitesse. Les recherches de Gaonac'h et Pross (2005) indiquent que la mémoire à court terme (MCT) visuo-spatiale se développe vers l'âge de 5 à 6 mois. Quant à la mémoire de travail (MT) verbale, elle permet le maintien de deux éléments à 2 ans, cinq éléments vers 7 ans et six éléments à 9 ans. Au cours de ces étapes de développement, la mémoire de travail va évoluer avec des pics vers 4-5 ans et vers 8 ans avant d'atteindre un niveau adulte vers l'adolescence environ à l'âge de 11-12 ans. Cette période du

développement de la mémoire de travail entraîne une augmentation de l'activité des lobes frontaux et pariétaux, suivie de la myélinisation des neurones assurant leur connexion. Par ce biais de connexion, le transport des informations sera assuré. La myélinisation est donc garante intégralement de la transmission et de la sécurité des informations. À partir de 67 ans, les enfants apprennent à maintenir activement les informations en mémoire de travail et afin de mémoriser les informations, ils utilisent les stratégies d'apprentissage qui constituent le concept de résolution de problème (Bosson, Hessels & Hessels-Schlatter, 2009), et dont le travail d'investigation de cette thèse de recherche explore. Dans le cadre de leur étude, Bosson, Hessels et Hessels-Schlatter (2009) ont exploré le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des élèves, âgés entre 12 et 13 ans, en difficulté d'apprentissage. Seize élèves ont participé à une intervention métacognitive de trois mois, au cours de laquelle ils ont appris diverses stratégies de résolution de problèmes à travers des séances individuelles. Les stratégies ont été appliquées à des tâches non scolaires et scolaires pour faciliter le transfert. Ces stratégies incluent l'identification et la compréhension des exigences d'une tâche, la planification des étapes nécessaires à sa réalisation, le suivi de leur propre progression pendant l'exécution, l'évaluation de l'efficacité des stratégies utilisées et l'ajustement de ces stratégies en fonction des besoins. Ces compétences ont été appliquées à des tâches non scolaires et scolaires pour faciliter le transfert des apprentissages. Les résultats ont révélé une amélioration significative dans l'utilisation des stratégies et les connaissances métacognitives des élèves, ainsi qu'un indice de transfert entre les types de tâches. Les auteurs soulignent également l'importance d'inclure des aspects motivationnels dans ce type d'intervention. Cette étude souligne l'importance de promouvoir la réflexion métacognitive et de diversifier les types de tâches proposées aux élèves pour améliorer leur utilisation de stratégies. Les élèves en difficulté d'apprentissage ont tendance à utiliser moins de stratégies ou à les appliquer de manière inefficace, ce qui nuit à leur capacité de résolution de problèmes. Encourager une prise de conscience de leurs propres processus d'apprentissage et leur enseigner des stratégies variées peut ainsi favoriser leur autonomie et leur réussite scolaire. L'entraînement de stratégies, accompagné d'une réflexion métacognitive et d'un travail sur des variables motivationnelles semblent être nécessaire pour améliorer leur fonctionnement cognitif. L'intervention comprenait douze séances individuelles de 50 minutes, alternant entre des tâches non scolaires (DELF) **((***Développement de l'Enfant par des Leçons Formelles*) : développé par Büchel et Büchel (1995), le PEI (*Programme d'Enrichissement Instrumental*) : élaboré par Feuerstein et ses collègues (1980)) et des tâches scolaires

(mathématiques et français). Les élèves ont été évalués à travers l'observation de leurs comportements et verbalisations. Les résultats ont montré une amélioration significative dans l'utilisation de stratégies telles que comparer, biffer les éléments traités et indiquer clairement leur réponse, ainsi qu'une progression dans la planification et le contrôle des tâches. La distribution des élèves en trois groupes (bon, moyen, faible) est comparable entre les tâches, suggérant un possible transfert des stratégies. D'autres stratégies d'apprentissage telles que la répétition, ont pu donner des résultats significatifs en termes de mémorisation dans la suite des travaux d'Ebbinghaus. Dans leur article, Gerbier et Koenig (2015) explore l'impact de la distribution temporelle des répétitions sur la mémorisation, en comparant les répétitions espacées aux répétitions massées. Les auteurs proposent une synthèse des connaissances actuelles sur les effets de la pratique distribuée, en se basant sur les recherches récentes en psychologie expérimentale et en sciences cognitives. Ils examinent les principales hypothèses théoriques, telles que le traitement déficitaire et la récupération en phase d'étude, et explorent de nouvelles perspectives comme la consolidation mnésique et le rôle du sommeil entre les répétitions. Les implications de ces effets pour l'éducation et la pédagogie sont également discutées. Ces auteurs avancent que la répétition des informations est un élément fondamental de l'apprentissage et de la mémorisation, en expliquant que depuis les travaux d'Ebbinghaus, il est établi que l'espacement temporel des épisodes d'apprentissage a une influence significative sur la rétention ultérieure. Cet article vise à comprendre les mécanismes cognitifs sous-jacents à cet effet de pratique distribuée et à discuter de ses implications pédagogiques. Les répétitions espacées améliorent la mémorisation par rapport aux répétitions massées. Cet effet est indépendant du matériel utilisé, du type de tâche mnésique, et de l'âge des participants. L'hypothèse du traitement déficitaire, qui postule que les répétitions massées entraînent un traitement moins profond des informations, est l'une des principales explications de cet effet. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer les effets de la pratique distribuée. L'hypothèse de la variabilité de l'encodage ne semble pas satisfaisante à la lumière des preuves expérimentales. À l'inverse, l'hypothèse du traitement déficitaire et celle de la récupération en phase d'étude sont mieux soutenues par les données. La récupération en phase d'étude suggère que les répétitions distribuées permettent une récupération plus efficace des informations depuis la mémoire à long terme, ce qui renforce l'encodage et améliore la rétention. Sur une longue échelle de temps, les performances de mémorisation suivent une courbe en U inversée, indiquant un intervalle optimal entre les répétitions pour maximiser la rétention de l'information. Cet effet

est important car il révèle que l'intervalle optimal entre les répétitions n'est pas fixe mais dépend de la durée de rétention visée. La consolidation mnésique, processus par lequel les souvenirs deviennent résistants aux interférences et à l'oubli, joue un rôle important dans les effets de la pratique distribuée sur de longues échelles de temps. Le sommeil, en particulier, consolide les souvenirs nouvellement établis, ce qui peut expliquer l'avantage à long terme des répétitions distribuées sur plusieurs jours.

3. Les modèles structuraux de la mémoire de travail

La mémoire de travail détient le principal rôle dans les activités contrôlées contrairement aux activités automatiques. A la fin du siècle dernier, Ebbinghaus (1885) fut le premier à étudier la mémoire de travail comme étant un système isolable indépendamment de la perception, du langage et de la pensée (Olson et Strauss, 1984). Piaget décrit alors la mémoire de travail en inspirant d'autres auteurs contemporains sur la base de la notion de stades de développement, qui stipule que la véritable mémoire apparaît au début du stade préopératoire après l'âge de 2 ans et le rappel serait possible avec l'accès à la symbolisation. Pour lui ainsi que pour Inhelder (1973) l'intelligence sensori-motrice se développe en fonction des habiletés motrices et perceptives, précédant l'apparition des fonctions mnésiques. Pour Mandler (1984) l'accès à la symbolisation est un passage de la mémoire procédurale à la mémoire sémantique qui est propre à la pensée symbolique et qui ne requiert pas de langage. Il montre que le nourrisson est incapable d'activités mnésiques conscientes mais qu'il peut apprendre à reproduire des actions, c'est donc une toute autre forme de la mémoire. C'est la mémoire épisodique, sa fonctionnalité est possible grâce à l'encodage et le stockage, selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974) qui sera illustré plus bas.

3.1. Le modèle de mémoire d'Atkinson et Shiffrin (1968)

Ce modèle d'Atkinson et Shiffrin, (1968) identifie trois composantes de mémoire : l'enregistrement sensoriel, lorsque les informations sensorielles pénètrent la mémoire, la mémoire à court terme ou mémoire de travail, qui stocke les informations et la mémoire à long terme ou les informations stockées à court terme sont sauvegardé à long terme (voir Figure 7*)*. Ce modèle explique que l'enregistrement sensoriel constitue une trace mnésique de durée très brève (milliseconde) en réponse à une stimulation sensorielle. C'est donc une sensation présélectionnée par l'organisme lui-même selon un certain niveau d'attention et de degrés

d’intérêt à ce moment. Il mentionne que : Les informations provenant des sens (visuel, auditif, etc.) sont d'abord stockées dans des registres sensoriels pour une très courte durée (quelques millisecondes à quelques secondes). Si elles ne sont pas traitées, elles sont rapidement perdues. L'information transférée aux registres sensoriels peut entrer dans la mémoire à court terme, où elle est maintenue pendant environ 15-30 secondes. La capacité de la MCT est limitée (environ 7 ± 2 items, selon Miller, 1956). Répéter mentalement l'information permet de la maintenir en MCT et de favoriser son transfert vers la mémoire à long terme. Les informations récapitulées et suffisamment traitées peuvent être encodées en mémoire à long terme, où elles sont stockées de manière plus permanente. Cependant, des pertes peuvent aussi survenir en mémoire à long terme (ex. oubli dû à l'interférence ou à la désuétude). Si l'information n'est pas maintenue ou encodée, elle peut être perdue, que ce soit en MCT ou en MLT. Ce processus permet donc de maintenir l'information en MCT et de faciliter son transfert en MLT (Atkinson & Shiffrin, 1968).

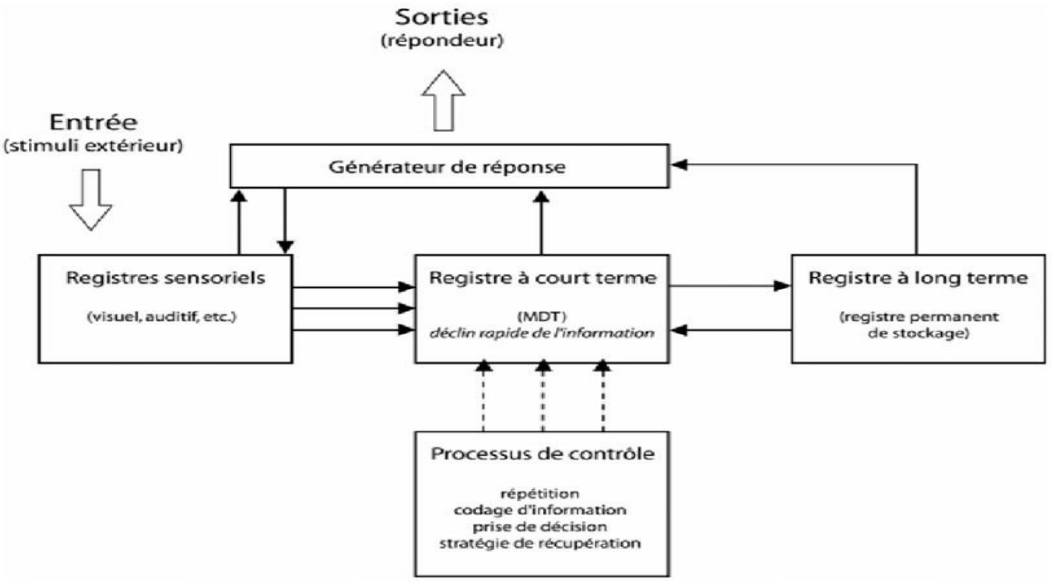


Figure 7
Représentation simplifiée du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1969)
Modèle basé sur l’étude de Clavien (2003).
Adaptée de : Clavien (2003). *Étude expérimentale de l'influence des formats de présentation sur leur traitement cognitif des animations multimédias*

Dans ce modèle, la mémoire de travail traite les événements qui se produisent récemment et dont la durée serait très courte (seconde). Ainsi que des informations phonologiques qui ne se maintiennent qu’avec une autorépétition. Les auteurs considèrent qu’il y a un passage obligatoire par la MCT pour l’enregistrement des informations en MLT.

3.2. Le Modèle Original de mémoire de travail de Baddeley (1974)

Le modèle original de Baddeley (1974) de mémoire de travail est composé de l'Administrateur central (AC), qui est "*Le composant central*" du modèle, responsable de la coordination des autres systèmes et du contrôle de l'attention. Il distribue les ressources cognitives et gère les priorités entre différentes tâches. Et de la Boucle phonologique**,** qui est spécialisée dans le stockage et le traitement à court terme des informations verbales. Elle est composée de deux sous-systèmes : (i) Le registre phonologique, qui stocke temporairement les informations verbales et (ii) La boucle articulatoire, qui rafraîchit ces informations pour les maintenir en mémoire. Aussi un troisième élément du modèle, est le Calepin visuo-spatial, responsable du stockage et de la manipulation des informations visuelles et spatiales, comme illustré dans la Figure 8. Ce système permet de maintenir et de manipuler des images mentales et des schémas visuo-spatiaux.



Figure 8

Première formulation du Modèle de Baddeley & Hitch (1974).

Source : Golay (2014):Variabilité inter- et intra-individuelle dans la cognition complexe : relations entre fonctions exécutives, mémoire de travail et intelligence fluide

Ce modèle a été fondamental pour comprendre la mémoire de travail comme un système actif, distinct de la simple mémoire à court terme, et capable de manipuler des informations pour réaliser des tâches complexes. Par la suite, une nouvelle conception voit le jour, le modèle de Baddeley (1986), inspirée des sciences de l'information. Puis ce modèle a évolué dans les années 2000 avec l'introduction du tampon épisodique, ajouté en 2000 pour permettre

l'intégration d'informations issues de différentes modalités. Ces deux autres modèles seront détaillés par la suite.

3.3. Le modèle d'Engle de mémoire de travail (1990) -du contrôle attentionnel en mémoire de travail.

Le modèle d'Engle (1990) stipule que la mémoire de travail est composée de représentations en mémoire à long terme activées au-delà d'un certain seuil. La MT permet donc de maintenir les informations stockées en mémoire à long terme et d'inhiber les informations non pertinentes. Le modèle d'Engle (1990, 1993, 1994) considère l'existence d'une ressource unique de traitement rappelé lorsqu'une information en MLT est activée au-delà d'un certain seuil et maintenue temporairement en MDT. Par son modèle, Engle (2002) met en avant les mécanismes attentionnels qui permettent de maintenir l'activation des informations stockées en s'adaptant à la modalité sensorielle et à la difficulté de la tâche de maintien. Il identifie la mémoire de travail et la mémoire à court terme comme deux concepts différents mais apparentés, puisqu'elles disposent de variances communes ; par exemple, un regroupement de mots par similitude verbale ou sémantique dans une tâche de reconnaissance verbale, constituerait une stratégie commune aux deux mémoires. Ainsi Engle (2002) avance que les mécanismes de contrôle attentionnel constituent une caractéristique de la mémoire de travail. Dans cette perspective, d'autres modèles, comme celui de Cowan, mettent également l'accent sur l'interaction entre l'attention et la mémoire de travail, offrant une approche complémentaire.

3.4. Le modèle de Cowan (1988, 2005, 2010b, 2012): Modèle d'intégration de la mémoire de travail ou Modèle d'activation de la mémoire de travail (Embedded-Processes Model of Working Memory

Cowan (1988, 2005, 2010b, 2012) présente un modèle de mémoire de travail a trois systèmes essentiels : la mémoire à long terme, la mémoire à court terme et le registre sensoriel. A cela, il y indexe un processus central afin de diriger l'attention et de contrôler les traitements volontaires. Cowan (2005) considère que la mémoire de travail constitue la partie active de la mémoire à long terme, et que la mémoire à court terme renvoie à un sousensemble de la mémoire de travail (voir Figure 9*).* Ce modèle de Cowan (2005) stipule que le focus attentionnel dont les informations sont nouvellement perçues (processus involontaire) ou réactivées (processus volontaire) est contrôlé par l'administrateur central (AC). Lorsque plusieurs informations coïncident, de nouvelles connaissances à long terme sont générées par la création de

combinaisons d'informations. Souvent appelé le modèle intégré de la mémoire de travail, ce modèle propose une vision différente de celle de

Baddeley en mettant davantage l'accent sur l'interaction entre la mémoire à long terme (MLT) et l'attention. Contrairement au modèle de Baddeley, Cowan ne considère pas la mémoire de travail comme un système distinct mais comme une partie activée de la mémoire à long terme. Le modèle met en évidence le rôle de l'attention dans la sélection des informations pertinentes

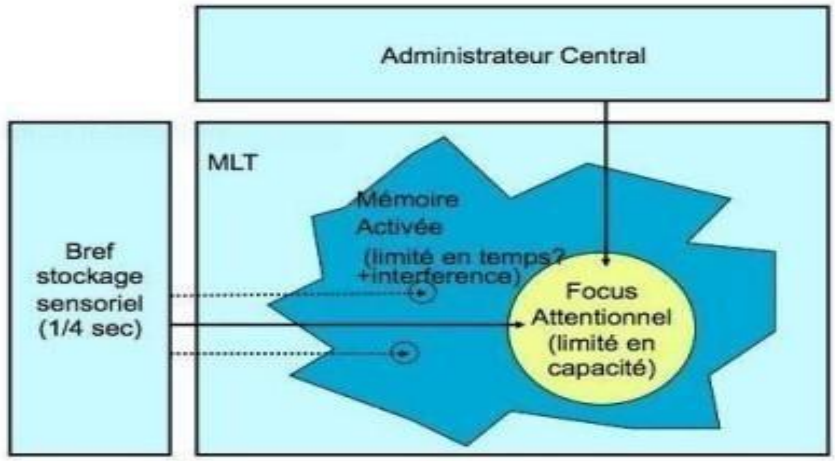


Figure 9

Modèle de la mémoire de travail de Cowan.

Source: Cowan, N. (1999). *An embedded-process model of working memory.* In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (Vol. 20, pp. 62–101). Cambridge University Press.

Ce modèle est souvent utilisé pour expliquer les limites attentionnelles dans des tâches complexes et les interactions entre attention, mémoire sensorielle et mémoire à long terme. À l'inverse, le modèle de Baddeley envisage la mémoire de travail comme un système composé de plusieurs souscomposants distincts, chacun ayant une fonction spécifique dans le traitement de l'information

3.5. Le Modèle de Baddeley (1986)

Baddeley (1974), dans son premier modèle de mémoire de travail, considère la mémoire à court terme au sein d'un système plus étendu et mentionne l'existence de deux systèmes de

stockage différents : la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. L'administrateur central gère l'action des deux systèmes, comme expliqué plus haut. Une deuxième conception de Baddeley concernant la mémoire de travail voit le jour en 1986, inspirée des sciences de l'information. Cette nouvelle conception de formes modulaires, s'organise en systèmes et sous-systèmes pour intégrer les informations par étapes successives, représentées sous forme d'organigramme. Selon Baddeley (1986), la mémoire se compose de trois modules qui seront illustrés dans la Figure 10 plus bas.

Un système phonologique, composé d'une unité de stockage des sons et des mots ainsi qu'une boucle articulatoire servant à l'autorépétition.
Un système Visuo-spatial, composé d'une unité de stockage visuel des images et des évènements, et d'un mécanisme spatial de programmation des mouvements oculaires.
Un administrateur central (AC), composante principale de la mémoire de travail. Il est le superviseur des deux modules et se situe dans le cortex préfrontal. L'AC assure le maintien des processus en jeu dans certaines activités cognitives contrôlées. Il est composé d'une unité de stockage et d'une unité de traitement d'information. La version du modèle révisé en 1986) a accordé à l'administrateur central quatre compétences principales : **(i)** L'attention sélective qui renvoie à la focalisation attentionnelle par sélection de l'information. **(ii)** L'attention divisée ; partage de l'attention pour la coordination de plusieurs activités. **(iii)** Le Shifting attentionnel (flexibilité) : alternance entre les stratégies de traitement et **(iv)** La capacité à activer et à récupérer des informations à long terme.

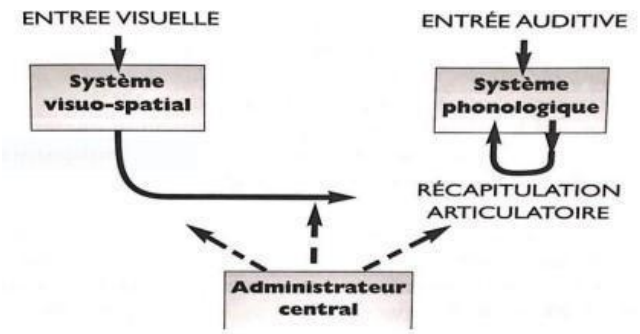


Figure 10

Modèle de la mémoire de travail de Baddeley (1986).

Source : Lussier et Flessas (2009).

Cette nouvelle conception de formes modulaires s'organise en systèmes et sous-systèmes pour intégrer les informations par étapes successives, représentées sous forme d'organigramme. Ce modèle est une extension du modèle modal d'Atkinson et Shiffrin (1968), en mettant l'accent sur le traitement actif et la manipulation des informations. Il propose donc une organisation fonctionnelle de la mémoire de travail, utilisée pour maintenir et manipuler des informations nécessaires à des tâches cognitives complexes comme la compréhension, le raisonnement ou l'apprentissage comme illustré dans la Figure 11.

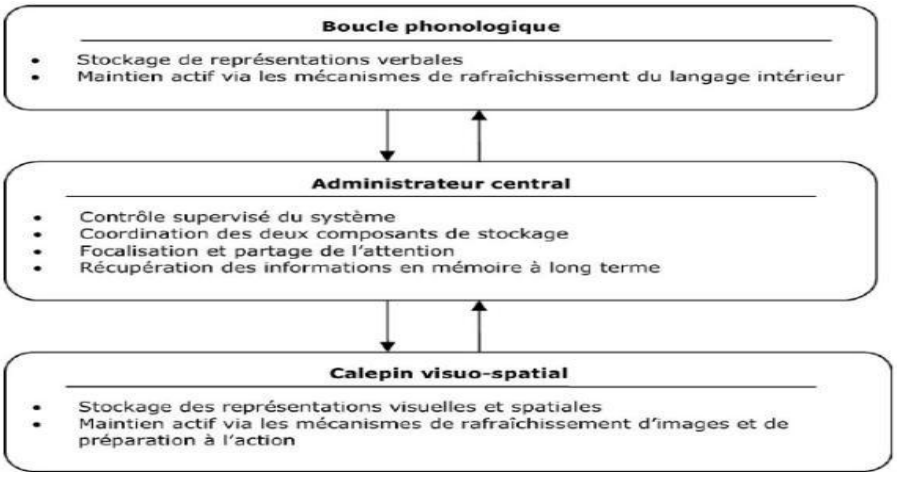


Figure 11

Les différents composants de la mémoire de travail ainsi que leurs fonctions selon Baddeley (1986)

Source: Olive, T., & Piolat, A. (2005). The different components of working memory and their functions, based on Baddeley (1986). Psychologie française. ARTICLE IN PRESS.

L'exploration des différents modèles de la mémoire de travail met en évidence la diversité des approches théoriques visant à expliquer son fonctionnement. Toutefois, au-delà de ces divergences, un point commun ressort : la mémoire de travail repose sur des systèmes spécifiques qui interagissent pour maintenir et manipuler l'information en temps réel. Ainsi, il

est essentiel d'examiner plus en détail les composantes qui structurent la mémoire de travail et leur rôle dans le traitement cognitif.

4. Les systèmes composant la mémoire de travail

4.1. La boucle (système) phonologique

La boucle phonologique, également appelée **s**tock phonologique et récapitulation articulatoire, est un sous-système de la mémoire de travail verbale permettant de maintenir et de manipuler temporairement les informations linguistiques. Située dans les aires 40 et 44 de Brodmann, localisées dans le lobe frontal et temporal de l'hémisphère gauche, elle joue un rôle clé dans les fonctions sémantiques et la production du langage (Brodmann, 1909).

Le modèle de Baddeley et Hitch (1974), illustré dans la Figure 12, met en évidence le fonctionnement des processus cognitifs impliqués dans la mémoire verbale et visuelle. La boucle phonologique comprend deux composantes principales : le stock phonologique, qui maintient les informations auditives pendant une courte durée, et la récapitulation articulatoire, qui permet de rafraîchir ces informations par répétition subvocale. Ce système est essentiel pour l'acquisition du langage, la compréhension des phrases, ainsi que la mémorisation des mots et des chiffres. et suit le processus suivant:

Entrée auditive : Les informations auditives passent par une analyse phonologique et sont stockées dans un stock phonologique à court terme.

Boucle de récapitulation articulatoire : Permet de maintenir les informations verbales en mémoire grâce à une répétition interne.

Entrée visuelle : Les informations visuelles passent par une analyse visuelle pour un maintien à court terme avant un recodage phonologique, si nécessaire.

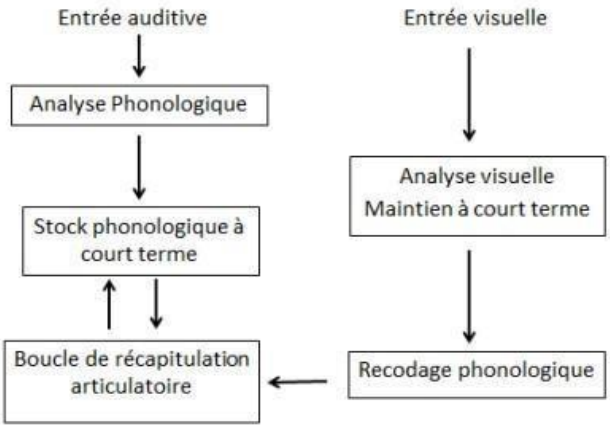


Figure 12

Schéma du modèle de la boucle phonologique.

Source : Baddeley et Hitch (1974). *Psychologie de l'apprentissage et de la motivation, 8*, 47-89.

Les études de Gathercole (1998), montrent que l'enfant dès 2-3 ans dispose du système phonologique, mais ce n'est que vers 7 ans qu'il va apprendre les stratégies de répétition à travers la boucle articulatoire. Selon Gathercole la mémoire sémantique ou à long terme fournit à l'apprenant, la connaissance des mots de vocabulaire, ce qui est avantageux dans les activités de mémorisation. Ainsi l'emploi de ce mécanisme a été justifié par certains effets majeurs, *"l'effet de similitude phonologique"* (le rappel des mots similaires est plus difficile), *"l'effet de l'écoute inattentive"* (la mémorisation phonologique est difficile en cas de manque d'attention), *"l'effet de suppression articulatoire"* (le rappel est diminué lors de la répétition d'un mot) et enfin "*l'effet de la longueur des mots"* (le rappel des mots long est plus difficile). Par ailleurs, la boucle phonologique est un système qui intervient au-delà du stock phonologique. Déjà Baddeley, Thomson et Buchanan (1975), ont mis en avant le lien étroit entre mémoire et langage, comme suit

4.2. Lien entre boucle phonologique et langage

Dans leur étude, sur le rappel des mots longs, Baddeley, Thomson et Buchanan (1975) ont spécifié le lien entre la vitesse d'articulation et la mémoire. Le résultat de leur recherche a

montré que les sujets étudiants de premier cycle ou de troisième cycle de l'Université de Stirling rappellent en moyenne plus de mots monosyllabiques que de mots polysyllabiques. Elis et Hennelly (1980) ont comparé l'empan de chiffres d'enfants gallois et d'enfants anglais, afin de vérifier la théorie de Baddeley (1975). Il en ressort de leur étude, que l'empan des chiffres chez les enfants gallois présentait des performances inférieures à celui des enfants anglais. Ces résultats vont dans le sens des hypothèses de Baddeley, Thomson et Buchanan (1975). Une autre étude que Baddeley a mené sur le lien entre la mémoire phonologique à court terme et l'apprentissage de nouveaux mots (Baddeley, Papagno et Vallar, 1988) a été menée auprès de leur patiente italienne PV cérébrolésée qui comporte deux tâches. Dans la première tâche, PV devait rappeler des paires de mots italiens qu'elle a réussies parfaitement. Cependant elle n'arrivait pas à effectuer la deuxième tâche dans laquelle, PV devait rappeler des paires de mots italiens/russes, car elle ne connaît pas le russe. Baddeley, Papagno et Vallar (1988) ont interprété ces résultats par le fait que la première tâche se basait sur un codage sémantique de l'information que PV connaissait et ne demandait donc pas une charge pesante sur la boucle phonologique, alors que dans la deuxième tâche, une accumulation d'informations à rappeler est exigée temporairement. Au vu de ces résultats, Baddeley et al. (1988) a mis l'accent sur la dimension de la mémoire phonologique à court terme dans l'apprentissage phonologique à long terme. D'autres recherches sur la mémoire de travail en lien avec d'autres systèmes tels que les émotions ont été menées et qui seront exposés dans ce qui suit.

4.3. Lien entre boucle phonologique et émotions

Le lien entre la boucle phonologique et les émotions, notamment l'anxiété, a été exploré par Eysenck en 1985, chez des adultes jeunes. Son étude a montré que l'anxiété prolonge les temps de récapitulation et de stockage d'informations, sans affecter les opérations de transformation. Cela suggère que l'anxiété détourne des ressources cognitives nécessaires au traitement exécutif. Dans la continuité de cette recherche, Darke (1988) a comparé des individus anxieux et non anxieux lors de tâches de mémoire de travail. Il a constaté que l'anxiété réduisait la capacité à retenir des chiffres et à mémoriser des mots, confirmant que l'anxiété affaiblit le fonctionnement de la boucle phonologique et du centre exécutif. En 1996, Eysenck et Calvo ont approfondi cette idée en étudiant l'effet de l'anxiété sur la compréhension de textes. Ils ont observé que les sujets anxieux utilisaient plus de répétitions à voix haute pour compenser leurs

difficultés, surtout en présence d'interférences. Cette stratégie compensatoire montre que l'anxiété peut affecter la boucle phonologique, mais aussi inciter à l'adaptation des stratégies cognitives pour maintenir la performance. Les émotions, donc, impactent significativement les performances de la boucle phonologique en modifiant l'utilisation des ressources cognitives.

4.4. Implication de la boucle phonologique

Jacob (1854-1916) maître d'école anglais fut l'un des premiers à mesurer la capacité de la mémoire à court terme dont le but était d'évaluer la capacité mentale de ses élèves. Sa démarche fut la présentation de listes d'items de longueur variable à ses élèves qu'ils devaient rappeler immédiatement. Ce fut donc la naissance des tâches d'empan en mémoire. Il s'agit de présenter des listes de chiffres, lettres ou mots de longueur croissante, l'empan correspond ainsi à la plus longue liste rappelée dans le même ordre et sans erreurs. Par ailleurs, différents tests d'intelligence disposaient d'épreuves d'empan du fait que les psychologues de l'époque ont admis que l'empan en mémoire traduirait les capacités intellectuelles. Par la suite, plusieurs chercheurs se sont intéressés à l'accroissement développemental des empans simples, notamment à la vitesse d'identification des items à retenir (Dempster, 1981).

Case, Kurland, et Goldberg (1982) ont demandé à de jeunes sujets âgés entre 3 et 6 ans de répéter des mots entendus en mesurant la latence de répétition. La vitesse évaluée montre une variation allant de 1100 ms à 740 ms. Il en ressort de cette recherche l'existence d'une forte corrélation entre le rappel immédiat de mots et la vitesse de traitement de la latence de répétition. Cette étude a aussi montré l'existence d'une forte corrélation lorsque l'effet de l'âge a été contrôlé, en présentant la même procédure d'évaluation à des adultes. Case et al. (1982) concluent de cette étude que l'efficacité de l'identification et l'encodage des mots à rappeler est proportionnelle à l'avancement en âge. En 1986, Baddeley est persuadé que l'efficacité des traitements de l'information est due essentiellement au fonctionnement de la boucle phonologique. Il avance que lorsque les sujets avancent en âge, la vitesse de répétition augmente et de meilleures performances de rappel sont alors observées. Hulme, Thomson, Muir et Lawrence (1984) à la suite de ces observations, font passer, à des sujets âgés de 4, 7, 10 ans et des adultes, une tâche d'articulation et une tâche de rappel de mots, de longueurs variées. Ces auteurs ont observé une relation linéaire entre l'empan et le taux d'articulation comme illustré dans la Figure 13, c'est-à-dire le nombre de mots débités par seconde. Les variables considérées

dans cette étude sont l'âge et la longueur des mots. Cowan et al. (1992) ont aussi recherché ces implications de la boucle phonologique dans le traitement de l'information et ont établi que les derniers mots de la liste à rappeler se perdent en faveur du rappel des premiers mots et sont retrouvés en marge d'énonciation entre deux mots. Ce graphique (voir Figure 13) montre que les performances en rappel verbal augmentent avec l'âge, en raison d'une amélioration de la vitesse d'articulation et de l'efficacité du stockage phonologique. Aussi, plus la vitesse d'articulation est élevée, plus la quantité de matériel verbal pouvant être maintenue en mémoire à court terme est importante, ce qui reflète la capacité limitée de la boucle phonologique.

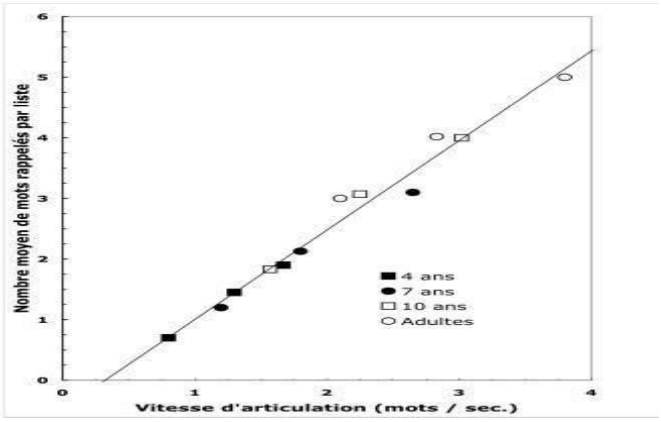


Figure 13
Relation entre l'empan et le taux d'articulation.
Source : Barrouillet et Camos (2007). *Le développement de la mémoire de travail*, p. 44.

Dans la lignée de ces recherches, Hitch, Hallyday et Littler (1993) identifient une même relation entre la vitesse d'identification d'articulation et l'empan de mémoire chez des sujets âgés de 8 et 11 ans. Ultérieurement, une autre variable a été rajoutée, celle de la disponibilité de représentations en mémoire à long terme, qui augmente avec l'âge et qui constitue une bonne stratégie de récupération d'informations. Hulme et al. (1997) nommera ce phénomène : "*la redintégration".* Par la suite Baddeley et al. (1988) avancent l'idée que la précision dans la mesure de la boucle phonologique est produite par "*la répétition non pas de mots mais de non-mots pour lesquels les connaissances en mémoire à long terme restent sans effet" (*Baddeley, Gathercole, et Papagno 1998). Avant la conception du modèle de Baddeley (1974), les tâches de MCT visuo spatiales ou non verbales n'étaient pas mises au point. Ainsi la conception du

calepin visuo-spatial comme système esclave distinct de la boucle phonologique viendra au point des épreuves mnésiques.

4.5. Le calepin Visuo-spatial

Situé dans les aires impliquées dans le traitement d'informations visuelles et spatiales, des lobes occipital, frontal et pariétal 6,19,40 et 47 de Brodmann (voir la Figure 14 de Brodmann, 1909), essentiellement dans l'hémisphère droit, maintient à court terme en mémoire les informations visuo-spatiales et les images mentales ; il dispose d'un espace de stockage pour les informations visuelles et spatiales et d'une boucle de répétition. À partir de l'âge de 7 ans, l'enfant développe la boucle articulatoire, lui permettant d'encoder les images. Ces informations seront stockées grâce au système phonologique et la tablette visuo-spatiale. Ces deux systèmes de stockage sont contrôlés par l'administrateur central (AC) qui favorise ainsi l'utilisation du double traitement phonologique et visuo-spatial. Celui-ci coordonne les deux systèmes et permet la réalisation de deux tâches simultanées nécessitant d'une part le stockage et d'autre part le traitement.

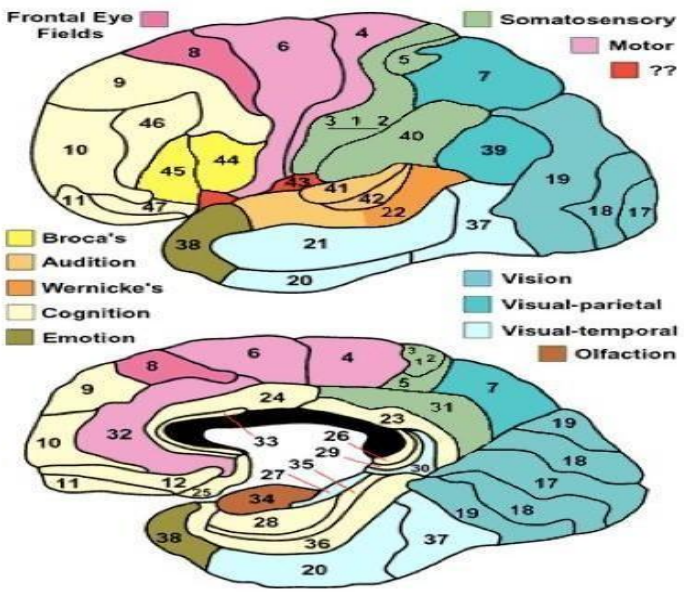


Figure 14

Illustration des aires de Brodmann (1909).
Source : Estupiñan, J. A. (2019).

Le calepin visuo-spatial, en collaboration avec le système phonologique, illustre la complexité et l'interdépendance des différents sous-systèmes qui composent la mémoire de travail. La mémoire de travail non verbale est responsable du stockage et de la manipulation temporaire des informations visuelles et spatiales. Elle joue un rôle fondamental dans l'orientation spatiale, la reconnaissance des formes et la manipulation mentale d'objets. Cette mémoire repose principalement sur le calepin visuo-spatial. L'ensemble de ces processus est orchestré parl'administrateur central (AC), qui coordonne la mémoire de travail verbale et non verbale. Ce mécanisme permet d'effectuer des tâches complexes nécessitant à la fois le stockage et le traitement des informations visuelles et spatiales, comme suivre une trajectoire en voiture tout en écoutant des instructions ou résoudre un puzzle mentalement. Le bon fonctionnement du calepin visuo-spatial est donc essentiel pour de nombreuses compétences cognitives, notamment la planification, l'apprentissage et la résolution de problèmes.

4.6. Implication du calepin visuo-spatial

Les principales tâches utilisées pour évaluer le calepin visuo-spatial sont les cubes de Corsi (constitué de 9 blocs fixés sur une planche) dont l'empan est désigné par le rappel sans erreurs de la plus grande suite et le test des patterns visuels (constitué de matrices comprenant des cases remplies et vides) dont l'empan est le rappel de l'emplacement d'un maximum de case. Wilson, Scott et Power (1987) observent une importante augmentation de l'empan de pattern visuel entre 5 et 11 ans. Ils notent un rappel moyen de 4,1 cubes à 7 ans, 5,3 cubes à 11 ans et 5,6 cubes à 15 ans. Selon Isaacs et Vargha-Khadem (1989), qui s'appuient sur les blocs de Corsi, l'efficacité de traitement s'accroît avec l'âge. Dans cette étude, 288 enfants âgés de 7 à 15 ans ont été sollicités pour réaliser l'épreuve des blocs de Corsi. Les résultats montrent que l'étendue de la mémoire s'accroît avec l'âge et que les portées numériques augmentent progressivement entre 7 et 15 ans. Isaacs et Vargha- Khadem (1989) observent aussi dans leur étude qu'à chaque niveau d'âge, les enfants rapportent plus de chiffres que de blocs dans le rappel à l'endroit mais plus de blocs que de chiffres dans le rappel inverse. Les données normatives de l'étude indiquent que l'étendue de la mémoire pour les chiffres et les blocs augmente avec le développement de l'enfant. Par ailleurs, les facteurs déterminants cette

hypothèse restent encore mal connus par rapport aux travaux impliquant des empans verbaux. Pickering et al. (1998) découvrent une réelle indépendance entre les empans verbaux et visuo-spatiaux chez les enfants âgés entre 5 et 8 ans, et soutiennent, ainsi, la conception du modèle de Baddeley, par la présence « *de deux registres mémoriels dissociables »*. Pickering, (2001) se questionne alors de l'existence éventuelle « *d'un accroissement des capacités du calepin visuo-spatial ou un changement dans les stratégies mises en œuvre par les enfants ».* Dans son étude, Pickering, (2001), affirme qu'il existe un mécanisme général dont dépend la capacité de la mémoire de travail dans le traitement alors que le maintien dépend de ressources distinctes *verbale d'une part et visuo-spatial d'autre part* (Alloway, Gathercole et Pickering, 2006). Dans cette même perspective, Logie et Pearson (1997) ont remarqué que les courbes développementales d'enfants âgés entre 5 et 12 ans semblent très différentes pour la mémoire spatiale évaluée à l'aide des cubes de Corsi, et la mémoire visuelle évaluée à l'aide du test des patterns. Par ailleurs, Pickering, Gathercole, Hall et Lloyd (2001), en utilisant des tâches statiques et dynamiques, ont constaté que les capacités développementales sont dissociées. Ils en concluent que le calepin visuo-spatial serait doté de deux sous-composants différents marquant des cheminements développementaux disjoints. D'autres auteurs se sont intéressés aux stratégies d'encodage de l'information. Hirtch et al. (1989) exposent des dessins d'objets à mémoriser en manipulant la ressemblance visuelle et la longueur des mots les déterminants à des jeunes enfants anglais âgés de 5 à 10 ans. Ces auteurs énoncent l'hypothèse suivante « *si les enfants encodent l'information de façon visuelle, leurs performances de rappel devraient être affectées par la ressemblance visuelle des objets qui créera alors des interférences mais pas par la longueur des mots » et «si les enfants utilisent un codage verbal avec répétition, c'est la longueur des mots désignant les objets qui devrait entraver le maintien et le rappel de l'information »*. Les résultats font remarquer une difficulté de rappel de la liste des dessins avec un mot long chez les enfants de 10 ans et une difficulté de rappel de la liste des objets visuellement ressemblants chez les enfants âgés de 5 ans. Ces auteurs en concluent que l'encodage de l'information verbale émerge plus tardivement après l'âge de 5 ans. C'est dans ce contexte que les modèles de la mémoire de travail, tels explicités dans les paragraphes suivants, prennent tout leur sens. Ils fournissent une explication détaillée de la manière dont ces différents composants interagissent pour soutenir les processus cognitifs essentiels, tels que l'apprentissage, le raisonnement, et la résolution de problèmes. Il est donc pertinent d'examiner ces modèles pour mieux comprendre la dynamique et l'efficacité de la mémoire de travail dans son ensemble.

4.7. Le buffer épisodique : une évolution du modèle de Baddeley (2000)

Récemment, intégré dans le modèle d'origine de Baddeley (Baddeley, 2000) (voir Figure 15), le buffer épisodique est un système de stockage limité sous le contrôle de l'administrateur central. C'est une composante clé du modèle de la mémoire de travail. Ce modèle de la mémoire de travail comprend plusieurs sous-systèmes spécialisés qui interagissent sous la direction de l'administrateur central (AC). Le buffer épisodique représente une extension importante de ce modèle, intégrant des fonctions de stockage temporaire et d'intégration d'informations multimodales (visuelles, auditives, etc.).

Le buffer épisodique est conçu pour stocker une quantité limitée d'informations de manière temporaire. Il agit comme un espace de travail où les informations provenant de différentes sources (visuelles, auditives, kinesthésiques) peuvent être combinées et intégrées. Ce stockage est sous le contrôle de l'administrateur central, qui dirige l'attention et la gestion des ressources cognitives. L'une des fonctions principales du buffer épisodique est de lier entre elles les informations issues de différents canaux sensoriels. Par exemple, il peut combiner des images visuelles avec des sons auditifs pour former une représentation cohérente, ou intégrer des informations verbales avec des contextes visuels. Le buffer épisodique joue un rôle essentiel dans la consolidation des informations en mémoire à long terme. Il permet de regrouper des éléments d'information de la mémoire de travail et de les préparer pour un stockage durable. Cela est particulièrement important pour l'apprentissage et la formation de souvenirs complexes. Il facilite également l'accès à la mémoire à long terme, permettant ainsi la récupération d'informations précédemment stockées pour les utiliser dans des tâches actuelles. Ce mécanisme est essentiel lorsque la mémoire de travail doit manipuler des informations qui ne sont pas immédiatement disponibles, mais qui peuvent être rappelées depuis la mémoire à long terme. En cas de dommages ou de déficits de la mémoire à long terme, le buffer épisodique peut jouer un rôle compensatoire en aidant à maintenir certaines informations accessibles à la mémoire de travail. Cela permet à l'individu de continuer à effectuer des tâches complexes même en présence de limitations cognitives. Le buffer épisodique permet de mémoriser et de manipuler des séquences d'éléments plus longues que celles habituellement gérées par les autres sous-systèmes de la mémoire de travail (comme la boucle phonologique ou le calepin visuo-spatial). Cela est particulièrement utile pour des tâches complexes nécessitant le traitement d'informations en séquences, comme la compréhension de longues phrases ou la résolution de problèmes.

L'introduction du buffer épisodique dans le modèle de Baddeley (2000) a permis de mieux comprendre comment les différentes formes de mémoire travaillent ensemble pour soutenir des tâches cognitives complexes. Ce système explique comment nous sommes capables de combiner différentes sources d'information, de former des souvenirs cohérents, et de continuer à utiliser notre mémoire efficacement même lorsque certaines capacités sont compromises. Il est un élément central qui lie les différentes composantes de la mémoire de travail et les connecte à la mémoire à long terme, rendant possible une intégration fluide des processus cognitifs nécessaires à la compréhension, à l'apprentissage et au raisonnement. Ce modèle met donc en lumière les interactions dynamiques entre la mémoire de travail et la mémoire à long terme et le buffer épisodique est une innovation importante, permettant d'expliquer comment des informations multimodales sont intégrées et maintenues temporairement. `

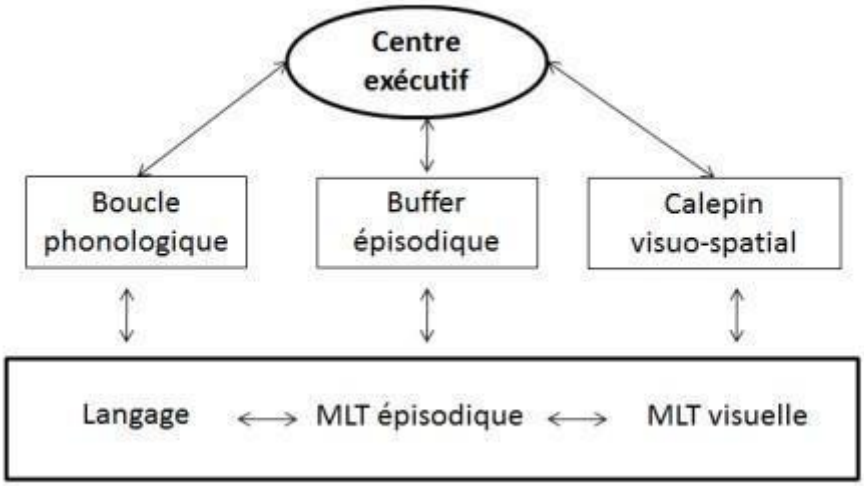


Figure 15
Modèle de Baddeley (2000) avec l'ajout du buffer épisodique.

Source: Baddeley, A. D. (2000). *The episodic buffer: A new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences, 4*(11), 417–423. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2

En 2011, un modèle révisé de Baddeley a disposé le buffer épisodique au centre des interactions (Baddeley, Allen & Hitch, 2011). Ainsi le buffer est envisagé alors comme un système passif de stockage des informations multidimensionnelles (visuelle, auditive, gustative, olfactive) (voir Figure 16). Il fait donc le lien entre la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et la mémoire à long terme afin de coordonner les informations provenant de différents stimuli (Baddeley, Allan & Hitch, 2011). Ce modèle serait donc une version enrichie et détaillée du modèle de mémoire de travail de Baddeley (2000). Et met en avant les modalités spécifiques traitées par chaque sous-système de la mémoire de travail et les interactions avec le buffer épisodique et le centre exécutif. Ce modèle montre que la mémoire de travail est un système multimodal, traitant non seulement des informations verbales et visuelles, mais aussi des dimensions sensorielles comme le goût et l'odorat via le buffer épisodique. Il met en évidence l'importance de la répétition articulatoire pour la boucle phonologique et la segmentation des fonctions dans le calepin visuospatial.

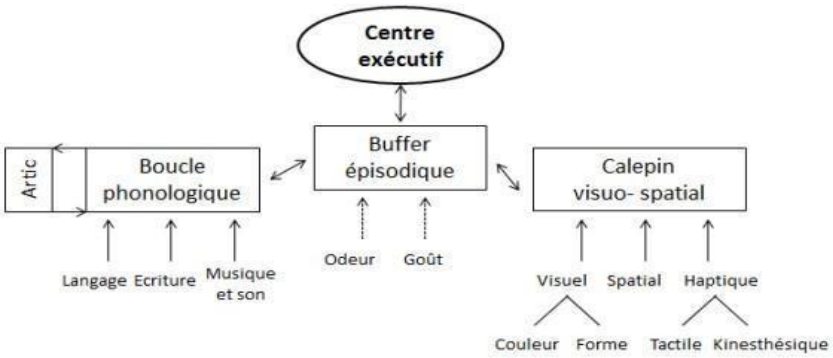


Figure 16

Schéma du modèle de Baddeley, Allen et Hitch (2011).

Source: Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). *Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. Neuropsychologia, 49*(6), 1393–1400. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.023

Le modèle de Baddeley, de 1974 à 2011, est passé d'une simple structure tripartite à un modèle complexe et intégré, comprenant un administrateur central, une boucle phonologique, un calepin visuo-spatial, et un buffer épisodique. Chacune de ces composantes joue un rôle bien défini dans

le stockage temporaire, la manipulation de l'information, et l'intégration des données provenant de différentes modalités sensorielles, avec des interactions dynamiques avec la mémoire à long terme.

Cette évolution du modèle reflète les avancées dans la compréhension des processus cognitifs, offrant une vue d'ensemble de la mémoire de travail en tant que système flexible, capable de soutenir une large gamme de fonctions cognitives complexes, allant de la simple répétition verbale à la résolution de problèmes nécessitant une intégration multimodale sophistiquée. Par ailleurs, ce modèle se distingue des autres modèles en raison de ses relations spécifiques avec la mémoire à court terme et les fonctions exécutives. En effet, bien que tous ces modèles s'accordent sur la capacité limitée de stockage de la mémoire de travail, ils diffèrent dans leur approche des interactions entre la mémoire de travail et la mémoire à court terme. Ces liens sont essentiels pour ma thèse, qui vise à évaluer non seulement la mémoire de travail, mais aussi la flexibilité cognitive et les autres fonctions exécutives en relation avec cette mémoire. Cette étude semble être nécessaire pour comprendre comment ces différentes fonctions cognitives interagissent et influencent les capacités globales de traitement de l'information.

5. Lien entre mémoire de travail et mémoire à court terme

Au sein du modèle de Baddeley, les informations sont stockées essentiellement en MCT court terme. Alors que dans le modèle de Cowan, le stockage de l'information dépend du niveau d'activation des informations, il n'y a donc aucune distinction entre mémoire à court terme et mémoire à long terme. Néanmoins, Engle poursuit son étude dans la lignée des travaux de Baddeley, en considérant l'existence de structures spécifiques consacrées au stockage d'informations et met en avant dans son modèle l'attention contrôlée. Par ailleurs, Baddeley attribue à la mémoire de travail un synonyme de "*fonctions exécutives*" et inclut le contrôle inhibiteur et la flexibilité mentale dans son modèle de mémoire de travail (modèle révisé Baddeley, 1986).

6. Lien entre mémoire de travail et inhibition cognitive

L'inhibition cognitive constitue la capacité à bloquer une information non pertinente au cours d'une tâche (Conway et Engle, 1994). Selon Engle, Conway, Tuholski et Shisler (1995), l'inhibition d'information utilise les mêmes ressources que l'attention, car elle peut être déroutée

d'une information spécifique en étant affectée vers une autre source d'information. L'inhibition ne renvoie pas à un mécanisme actif de « répression » mais à la différence de niveau d'activation, par exemple, afin de diriger son attention vers un but, il faut inhiber les distractions internes et externes. Par ailleurs, tous ces modèles se rejoignent sur le fait que l'attention détient le rôle principal dans la mémoire de travail.

7. Lien entre mémoire de travail et attention

Baddeley avait déjà évoqué dans son modèle que l'attention occupe une place très importante pour la mémoire de travail. Il mentionne, même, que décrire la mémoire de travail comme attention de travail serait plus juste (Baddeley, 1993) du fait que la mémoire de travail constitue un ensemble de processus dédiés au contrôle et à la régulation des traitements.
Par ces différentes relations qu'entretient la mémoire de travail avec les autres fonctions, (inhibition et flexibilité), il en ressort une volonté de mesurer la faculté de la mémoire de travail. Cette évaluation s'est faite naturellement et de façon directe dans la conception de Baddeley et Hitch (2011) par des tâches nommées empans simples lorsqu'elles requièrent un simple maintien d'information verbale ou visuo-spatiale ou empans complexes lorsqu'il y'a une double tâche de maintien et de traitement simultanés d'informations. Ces différentes tâches d'évaluation seront détaillées dans la section expérimentale de cette thèse.

8. Lien entre mémoire de travail et langage

Le langage a été largement défini et explicité dans les sections précédentes, ce qui amène ce paragraphe à expliquer seulement le lien entre la mémoire de travail et le langage. C'est fondamental pour comprendre les processus cognitifs sous-jacents à l'acquisition, la compréhension et la production du langage. La mémoire de travail, composée de plusieurs souscomposants, dont la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial, et l'administrateur central, chacun contribuant différemment au traitement des informations verbales et non verbales (Baddeley & Hitch, 1974) ; La boucle phonologique, un des sous-systèmes de la mémoire de travail, est spécifiquement dédiée au traitement des informations verbales (Baddeley, 2003). Ce processus est essentiel pour la compréhension et la production du langage, car il permet de manipuler des unités linguistiques, telles que les sons, les syllabes, et les mots, tout en intégrant ces éléments dans des structures plus complexes, comme les phrases et les textes. Par exemple, la boucle phonologique est impliquée dans la répétition des séquences de mots lors de l'apprentissage d'une langue, dans la compréhension des phrases longues où les

informations doivent être maintenues temporairement pour être intégrées, et dans la résolution des ambiguïtés lexicales en maintenant les différentes interprétations possibles en mémoire. Et enfin, l'administrateur central, un composant de la mémoire de travail, permet la manipulation consciente des informations (Baddeley, 2000). Dans le contexte du langage, l'administrateur central joue un rôle clé dans le contrôle des processus cognitifs nécessaires pour planifier et organiser le discours, suivre le fil d'une conversation complexe, et résoudre les conflits linguistiques, comme lors de l'interprétation de phrases ambiguës. Il est également nécessaire et important dans le passage d'une langue à l'autre chez les bilingues, en gérant le contrôle des deux systèmes linguistiques. La relation entre la mémoire de travail et le langage est particulièrement mise en évidence dans le développement linguistique chez l'enfant. Des études ont montré que les capacités de mémoire de travail phonologique sont fortement corrélées avec l'acquisition du vocabulaire et les compétences en lecture (Gathercole & Baddeley, 1993). Les enfants qui présentent une mémoire de travail plus développée sont généralement plus aptes à apprendre de nouveaux mots et à comprendre des phrases complexes, ce qui suggère que la mémoire de travail fournit une base cognitive essentielle pour le développement du langage. De plus, les déficits dans la mémoire de travail phonologique ont été associés à des troubles du langage, tels que la dyslexie, où les difficultés à maintenir et manipuler des informations verbales affectent la lecture et l'écriture (Snowling, 2000). Le calepin visuo-spatial, bien qu'il soit principalement impliqué dans le traitement des informations visuelles et spatiales, joue également un rôle dans le traitement du langage, notamment dans la lecture et l'écriture, où les informations visuelles doivent être intégrées avec les représentations phonologiques (Baddeley, 2000). Par exemple, la lecture implique non seulement le décodage phonologique des mots mais aussi la capacité à maintenir et manipuler des informations visuelles telles que l'ordre des lettres et des mots sur une page. Enfin, les recherches sur les adultes montrent également que la mémoire de travail est essentielle pour la compréhension de textes complexes et pour la production de discours cohérents. Lors de la lecture, les informations doivent être maintenues en mémoire de travail pour être intégrées dans des structures syntaxiques et sémantiques plus larges, permettant ainsi une compréhension globale du texte. De même, lors de la production du discours, la mémoire de travail permet de planifier, organiser et structurer les idées avant leur expression verbale (Daneman & Carpenter, 1980).

9. Conclusion du chapitre 3

Le fonctionnement cognitif et le langage sont intrinsèquement liés, formant une base essentielle pour la communication, la pensée et l'apprentissage humain. Le langage, en tant que système complexe de symboles et de règles, permet de représenter et de transmettre des idées, des émotions et des intentions. Cette capacité linguistique repose sur des processus cognitifs sousjacents, tels que la mémoire, l'attention, la perception, et la fonction exécutive, qui travaillent ensemble pour coder, stocker, récupérer et manipuler des informations verbales. Selon Baddeley et Hitch (1974), la mémoire de travail joue un rôle central dans le traitement du langage, permettant de maintenir et de manipuler temporairement des informations verbales lors de tâches telles que la compréhension de phrases, la production de discours, et la résolution de problèmes linguistiques. La boucle phonologique, une composante clé de la mémoire de travail, est particulièrement impliquée dans la répétition verbale et la mémorisation des sons, ce qui est important pour l'acquisition et le développement du langage (Baddeley, 2003).

Les études en neuropsychologie ont montré que les aires cérébrales impliquées dans le traitement du langage, telles que l'aire de Broca et l'aire de Wernicke, sont également fortement interconnectées avec les régions impliquées dans les fonctions exécutives, comme le cortex préfrontal. Ces connexions permettent une coordination complexe entre la planification, l'organisation du discours, et la production linguistique (Friederici, 2011). De plus, le fonctionnement du calepin visuo-spatial, une autre composante de la mémoire de travail, a été démontré comme étant pertinent pour le traitement du langage, en particulier dans le cadre de la lecture et de l'écriture, où les informations visuelles doivent être intégrées avec les représentations phonologiques (Baddeley, 2000).

Le développement du langage chez l’enfant illustre également l'interdépendance entre les processus cognitifs et linguistiques. Vygotsky (1986) a proposé que le langage et la pensée se développent parallèlement, avec le langage jouant un rôle crucial dans le développement cognitif. Il a souligné que le langage est à la fois un outil de communication sociale et un moyen de structurer la pensée. Des recherches récentes ont renforcé cette idée en montrant que les enfants qui développent des compétences linguistiques précoces montrent également une meilleure performance dans des tâches cognitives complexes, telles que la résolution de problèmes et la planification (Gathercole & Baddeley, 1993).

Les troubles du langage, tels que la dyslexie ou l'aphasie, illustrent les conséquences d'une perturbation dans l'interaction entre le langage et les processus cognitifs. Par exemple, les individus dyslexiques montrent souvent des déficits dans la mémoire de travail phonologique, ce qui affecte leur capacité à décoder et à manipuler les sons du langage (Snowling, 2000). De même, l'aphasie, souvent causée par une lésion dans les aires cérébrales responsables du langage, peut entraîner des difficultés à accéder à la mémoire lexicale ou à organiser les structures syntaxiques, ce qui montre l'importance des processus cognitifs dans le fonctionnement linguistique (Kertesz, 2007).

En conclusion, le langage et le fonctionnement cognitif sont profondément interconnectés, chaque aspect influençant et étant influencé par l'autre. Comprendre cette interaction est essentiel pour l'étude des processus cognitifs complexes dans le développement cognitif, notamment chez le sujet bilingue, objectif de cette recherche de thèse. Ces connexions offrent une perspective riche sur la manière dont le cerveau traite et utilise le langage dans une variété de contextes cognitifs. Par ailleurs, la mémoire de travail reste centrale dans la psychologie cognitive, car elle est le cœur des activités de pensées contrôlées. Elle serait considérée comme un élément essentiel au développement cognitif.

Partie 3 : Bilinguisme et fonctions cognitives

Chapitre 4 : Influence du bilinguisme sur le développement et le contrôle cognitif

I. Introduction

Le bilinguisme est un phénomène complexe et multiforme qui, au-delà de la maîtrise de deux langues ou plus, implique une série d'interactions profondes entre le langage et la cognition. Ces interactions ont suscité un intérêt croissant au sein de la recherche scientifique, notamment en ce qui concerne les effets potentiels du bilinguisme sur les fonctions cognitives. Depuis plusieurs décennies, les chercheurs se sont penchés sur la manière dont la gestion simultanée de plusieurs langues influence non seulement les capacités linguistiques, mais aussi des aspects plus larges du fonctionnement cognitif, tels que la mémoire de travail, les fonctions exécutives et la régulation de l'attention (Al-Naboulsi, Haddad & Fayad, 2021; Ware, Kirkovski & Lum, 2020).

La pertinence de l'étude des fonctions cognitives dans le contexte du bilinguisme réside dans la possibilité d'explorer des avantages cognitifs spécifiques que pourraient conférer le bilinguisme. Plusieurs études ont suggéré que les bilingues pourraient bénéficier d'une flexibilité cognitive accrue, d'une meilleure capacité à inhiber les distractions et d'une mémoire de travail plus efficace comparé aux monolingues (Grundy & Timmer, 2017; Lehtonen,Soveri, Laine, Järvenpää, De Bruin et Antfolk, 2018). Toutefois, les résultats des recherches sur les effets cognitifs du bilinguisme restent inconsistants, en partie en raison de limites méthodologiques, telles que la variabilité des définitions du bilinguisme, l'hétérogénéité des échantillons ou encore l'absence de standardisation des tâches expérimentales. Ces critiques soulignent la nécessité d'une évaluation rigoureuse et nuancée pour mieux cerner les véritables implications cognitives du bilinguisme Ce chapitre s'inscrit au sein de ce débat en explorant de manière approfondie les liens entre le bilinguisme et les fonctions cognitives. Il s'agira de comprendre

non seulement les avantages potentiels, mais aussi les limitations et les variations interindividuelles qui caractérisent les performances cognitives des enfants bilingues. Cette exploration est essentielle pour apporter une contribution éclairée à la compréhension du développement cognitif dans un contexte de bilinguisme.

1. Objectifs du chapitre

L'objectif principal de ce chapitre est d'examiner les effets du bilinguisme sur les fonctions cognitives chez les enfants, en mettant en lumière les spécificités cognitives qui peuvent découler de la maîtrise de deux langues ou plus. En s'appuyant sur une revue critique de la littérature existante, ce chapitre vise à clarifier les mécanismes par lesquels le bilinguisme peut influencer diverses fonctions cognitives, telles que la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité cognitive et la régulation de l'attention. Il s'agit de montrer comment le bilinguisme peut influencer les trajectoires de développement cognitif, et d'intégrer ces observations dans une perspective plus large sur le développement cognitif et linguistique des enfants.

II. Impact du bilinguisme sur le développement cognitif global

1. Examen des Recherches : Effets Positifs et Négatifs

Le bilinguisme a été largement étudié pour ses potentiels effets potentiels sur le développement cognitif, notamment à travers des études expérimentales, longitudinales et d'imagerie cérébrale. Toutefois, la question des avantages et inconvénients cognitifs associés à la maîtrise de deux langues demeure débattue, les résultats variant selon les méthodologies employées et les caractéristiques des populations étudiées. Différentes recherches mettent en évidence une variété d'effets positifs du bilinguisme, particulièrement dans les performances des fonctions exécutives, de la mémoire de travail, et de la flexibilité cognitive. Par exemple, Bialystok et ses collègues (2009) ont montré que les enfants bilingues avaient souvent des performances supérieures dans des tâches nécessitant une attention sélective et une inhibition des distracteurs comparé aux enfants monolingues. Cette supériorité est attribuée à l'entraînement constant que les bilingues reçoivent en jonglant entre deux systèmes linguistiques, ce qui renforce leurs capacités exécutives. Dans l'étude menée par Bialystok et al., 2009), l'objectif était de déterminer si les enfants bilingues montraient une meilleure performance dans des tâches qui requièrent un contrôle efficace de l'attention et la capacité à ignorer des informations non pertinentes, comparé aux enfants monolingues. Les participants

de cette étude étaient âgés entre 4 à 7 ans. Ce groupe d'âge a été choisi parce que les fonctions exécutives, telles que l'attention sélective et l'inhibition, se développent de manière significative au cours de cette période de développement. L'étude inclut deux groupes d'enfants : l'un composé de bilingues, qui parlaient couramment deux langues, incluant fréquemment des paires telles que l'anglais et le français, ou l'anglais et une autre langue d'origine familiale et l'autre composé de monolingues, qui ne maîtrisaient qu'une seule langue. Pour évaluer les compétences des enfants en matière d'attention sélective et d'inhibition cognitive, Bialystok et al., 2009) ont utilisé plusieurs tâches standardisées, notamment des tâches de type Stroop adaptées aux enfants. Au sein de ces tâches, les participants devaient répondre à des stimuli tout en ignorant des informations conflictuelles ou non pertinentes. Par exemple, ils devaient nommer la couleur d'un mot affiché à l'écran, même si le mot lui-même désignait une couleur différente, ce qui exigeait de l'enfant de faire abstraction de la signification du mot pour se concentrer sur la couleur. Les résultats de l'étude ont montré que les enfants bilingues surpassaient les monolingues dans ces tâches, en particulier celles nécessitant une inhibition des distractions. Les bilingues étaient plus rapides et plus précis lorsqu'il s'agissait de supprimer les réponses automatiques incorrectes pour fournir la réponse correcte. Cette différence de performance a été attribuée à l'entraînement constant que les enfants bilingues reçoivent en passant d'une langue à l'autre, ce qui renforce leur capacité à gérer les conflits cognitifs et à maintenir une attention sélective. L'étude de Bialystok et al. (2009) a donc démontré que les enfants bilingues possèdent souvent des avantages cognitifs dans des domaines clés comme l'attention sélective et l'inhibition des distractions, par rapport à leurs pairs monolingues. Ces résultats suggèrent que le bilinguisme, même à un jeune âge, peut enrichir le développement des fonctions exécutives, contribuant ainsi à une meilleure gestion de l'attention et à une flexibilité cognitive plus performante.

D'autres études, telles que celles de Costa et al. (2008), ont également trouvé des avantages dans la résolution de conflits cognitifs, indiquant que les bilingues développent une meilleure capacité à gérer des tâches conflictuelles, grâce à leur expérience de la gestion simultanée de deux langues. L'étude de Costa et al. (2008) explore en profondeur l'impact du bilinguisme sur les fonctions cognitives, en particulier la capacité à gérer des conflits cognitifs. L'objectif principal des chercheurs était de déterminer si le fait d'être bilingue conférait un avantage dans la résolution de situations où des réponses concurrentes ou contradictoires devaient être traitées simultanément, ce qui nécessite une inhibition de la réponse automatique

incorrecte. Pour tester cette hypothèse, Costa et ses collègues (2008) ont utilisé une version modifiée de la tâche de Réseau Attentionnel (ANT - Attention Network Task), une méthode bien établie pour évaluer différents aspects de l'attention. Cette tâche permet de mesurer trois réseaux attentionnels distincts : le réseau d'alerte, qui évalue la capacité à maintenir un état de vigilance soutenu ; le réseau d'orientation, qui mesure la capacité à orienter l'attention vers des stimuli spécifiques ; et le réseau de contrôle exécutif, ou réseau de conflit, qui est particulièrement pertinent dans cette étude car il examine la capacité des individus à résoudre des conflits cognitifs en inhibant des informations distrayantes ou non pertinentes. Dans l'expérience, les participants étaient des adultes jeunes, généralement des étudiants, âgés de 18 à 35 ans, qui parlaient couramment le catalan et l'espagnol.

Cette tranche d'âge a été choisie pour contrôler les effets de l'âge sur les capacités cognitives et pour s'assurer que les participants étaient à un stade de développement cognitif mature. Ils devaient répondre à des stimuli visuels, représentés par des flèches pointant dans différentes directions. Il s'agit de la tâche de Flanker, qui consiste à identifier la direction de la flèche centrale parmi un ensemble de flèches. Lorsque les flèches environnantes pointent dans une direction différente de celle de la flèche centrale, un conflit cognitif est introduit, rendant la tâche plus difficile et nécessitant une plus grande inhibition cognitive pour répondre correctement. Les résultats de l'étude ont révélé que les participants bilingues étaient plus performants dans le contrôle des conflits cognitifs que les participants monolingues. Plus précisément, les bilingues ont montré une plus grande efficacité dans le réseau de contrôle exécutif, c'est-à-dire qu'ils étaient plus rapides et plus précis pour ignorer les distractions et se concentrer sur la tâche centrale. Ces résultats suggèrent que le bilinguisme, en raison de l'entraînement constant à maîtriser deux systèmes linguistiques en parallèle, pourrait renforcer la capacité à inhiber des informations non pertinentes, conférant ainsi un avantage cognitif dans des situations de conflit. L'étude de Costa et al. (2008) apporte en plus des preuves convaincantes que le bilinguisme peut améliorer certaines fonctions cognitives, en particulier la résolution de conflits cognitifs. Ces résultats enrichissent la littérature sur les avantages potentiels du bilinguisme, soulignant comment la pratique régulière de deux langues peut entraîner des bénéfices au-delà du domaine linguistique, en particulier dans la flexibilité cognitive et la gestion des conflits attentionnels. Cependant, ces résultats ne sont pas universels. Certains chercheurs ont signalé des inconvénients potentiels, comme une capacité réduite à accéder rapidement à certains mots dans les deux langues (Gollan et al., 2008), ce qui pourrait

entraîner des temps de réaction plus lents dans des tâches verbales spécifiques. Dans l'étude menée par Gollan et al. (2008), les chercheurs ont exploré certains aspects du bilinguisme qui pourraient constituer des inconvénients cognitifs, en se concentrant particulièrement sur la capacité des bilingues à accéder rapidement aux mots dans leurs deux langues. L'objectif de cette recherche était d'examiner si le fait de pratiquer deux systèmes linguistiques pouvait entraîner des difficultés spécifiques dans l'accès lexical, c'est-à-dire dans la capacité à trouver et à produire des mots rapidement et avec précision. Les participants de l'étude étaient des adultes bilingues, âgés entre 18 et 35 ans, qui maîtrisent deux langues : anglais/espagnol ; anglais/mandarin. Pour comparer l'accès lexical entre bilingues et monolingues, un groupe de participants monolingues, parlant uniquement l'anglais, a également été inclus au sein de l'étude. L'une des principales méthodes utilisées au sein de l'étude était la tâche de dénomination rapide d'images. Lors de cette tâche, les participants voyaient une série d'images sur un écran et devaient nommer chaque image aussi rapidement que possible. Cette tâche mesure non seulement la rapidité avec laquelle un individu peut accéder au mot correct pour chaque image, mais aussi sa capacité à le produire verbalement sans hésitation. Les résultats ont montré que les participants bilingues avaient des temps de réaction plus lents dans cette tâche de dénomination comparé aux monolingues. En d'autres termes, les bilingues prenaient plus de temps pour accéder aux mots corrects et les prononcer, ce qui suggère une difficulté conséquente à naviguer entre les deux lexiques mentaux simultanément activés. Cette difficulté a été interprétée comme une conséquence de la compétition entre les deux langues dans l'esprit des bilingues, où chaque mot dans une langue doit « compétitionner » avec son équivalent dans l'autre langue, retardant ainsi l'accès lexical. Ces résultats montrent que, bien que le bilinguisme puisse offrir certains avantages cognitifs, il peut également entraîner des inconvénients spécifiques, notamment en matière d'accès lexical rapide. Les chercheurs ont conclu que cette lenteur relative dans la dénomination pourrait avoir des implications pour les performances des bilingues dans des tâches verbales exigeantes, où la vitesse de traitement de l'accès lexical et de la récupération des mots est importante. est importante. Néanmoins, il est important de noter que ces inconvénients ne diminuent pas les autres avantages cognitifs que le bilinguisme peut offrir, mais soulignent la complexité des processus cognitifs impliqués dans la gestion de deux langues. En outre, certaines études ont suggéré que les enfants bilingues peuvent présenter un vocabulaire moins étendu dans chaque langue comparée à leurs homologues monolingues (Bialystok, 2009). L'étude de Bialystok (2009) examine l'impact du bilinguisme sur le

développement du vocabulaire chez les enfants de 4 à 7 ans. Elle compare ceux pratiquant des langues comme l'anglais et le français, ou l'anglais et une langue d'origine (chinois, espagnol) à des monolingues anglophones, afin de déterminer si leur vocabulaire est moins étendu dans chaque langue. L'objectif principal de cette recherche était d'explorer les différences potentielles dans la richesse lexicale des enfants bilingues, en tenant compte du fait qu'ils doivent diviser leur temps et leurs ressources cognitives entre deux langues. Pour mesurer l'étendue du vocabulaire, Bialystok a utilisé des tests standardisés de vocabulaire qui évaluent la connaissance des mots des enfants dans chaque langue pour les bilingues, et uniquement en anglais pour les monolingues. Ces tests comprenaient des tâches de reconnaissance et de production de mots, permettant d'évaluer la profondeur et la richesse du vocabulaire des enfants. Les résultats de l'étude ont montré que les enfants bilingues avaient effectivement un vocabulaire moins étendu dans chaque langue prise séparément comparé aux monolingues. En d'autres termes, lorsqu'on comparait leur vocabulaire anglais à celui des enfants monolingues anglophones, les bilingues avaient tendance à connaître moins de mots en anglais. Cette différence s'explique par le fait que les enfants bilingues partagent leur expérience linguistique entre deux langues, ce qui peut limiter le temps et l'exposition qu'ils consacrent à chaque langue individuellement. Toutefois, Bialystok (2009) a souligné que ce vocabulaire « réduit » dans chaque langue ne signifie pas nécessairement un désavantage global. En effet, lorsque l'on considère l'ensemble du vocabulaire total que les enfants bilingues connaissent à travers leurs deux langues, il pourrait être comparable, voire supérieur, à celui des monolingues. Cela reflète une répartition différente de la connaissance des mots, plutôt qu'une déficience linguistique. L'étude de Bialystok (2009) met en lumière un aspect complexe du bilinguisme, en montrant que les enfants bilingues peuvent présenter un vocabulaire moins étendu dans chacune de leurs langues comparées à leurs homologues monolingues. Néanmoins, cette caractéristique doit être interprétée dans le contexte plus large de l'expérience bilingue, où les bénéfices cognitifs et linguistiques s'étendent au-delà de la simple quantité de mots connus dans une seule langue. La diversité des résultats montre que les effets du bilinguisme sur le développement cognitif ne sont pas univoques et dépendent de multiples facteurs, tels que l'âge d'acquisition des langues, le contexte d'apprentissage, et le degré de maîtrise des langues (Bialystok & Luk, 2012; Hachmann, Cashdollar, Postiglione & Job, 2020; Poarch & Krott, 2022).

2. Comparaison du Développement Lexical et Cognitif chez les Enfants Bilingues et Monolingues

La comparaison entre les enfants bilingues et monolingues révèle des différences significatives dans certains domaines cognitifs, tout en montrant que ces différences ne sont pas systématiquement en faveur d'un groupe ou de l'autre. Les enfants bilingues, en raison de leur expérience de gestion de plusieurs langues, montrent généralement une meilleure performance dans les tâches nécessitant une attention soutenue et la suppression des informations non pertinentes (Bialystok, 2010). Par exemple, dans des tâches de type Stroop, où il faut inhiber une réponse automatique pour en donner une plus appropriée, les jeunes bilingues surpassent fréquemment les monolingues en termes de contrôle exécutif et de capacités d'inhibition (Martin-Rhee & Bialystok, 2008). Cependant, les monolingues peuvent surpasser les bilingues dans des tâches verbales spécifiques, telles que le rappel de mots ou la dénomination rapide d'objets, où la richesse lexicale joue un rôle déterminant (Gollan et al., 2005). Ces différences suggèrent que, tandis que le bilinguisme peut conférer des avantages dans certaines dimensions cognitives, il peut aussi introduire des défis dans d'autres dimensions, surtout dans les aspects strictement linguistiques (Anderson, Mak, Keyvani Chahi & Bialystok, 2018).

3. Bilinguisme et la Réserve Cognitive

L'hypothèse de la réserve cognitive propose que les activités stimulantes sur le plan cognitif, comme le bilinguisme, peuvent renforcer la capacité du cerveau à résister aux effets du vieillissement et des maladies neurodégénératives. Cette hypothèse repose sur l'idée que le contrôle continu de deux langues exige une activation constante et flexible des ressources cognitives, ce qui pourrait entraîner une augmentation de la résilience cognitive (Craik, Bialystok, & Freedman, 2010). L'étude de Craik, Bialystok, et Freedman (2010) explore l'hypothèse de la réserve cognitive, qui suggère que des activités cognitivement stimulantes, telles que le bilinguisme, peuvent renforcer la capacité du cerveau à résister aux effets du vieillissement et des maladies neurodégénératives. Pour tester cette hypothèse, les chercheurs ont examiné la manière dont le bilinguisme influence la réserve cognitive en comparant des individus bilingues et monolingues dans des contextes de vieillissement et de déclin cognitif. Les participants étaient des adultes âgés de 65 à 75 ans, certains étant bilingues de l'étude parlaient couramment l'anglais et une autre langue. Les combinaisons linguistiques typiques incluent l'anglais et le français, l'anglais et l'espagnol, ou l'anglais et d'autres langues européennes ou non européennes, en fonction de la diversité des participants. L'étude n'a pas spécifié des langues précises parlées par chaque individu mais a inclus des bilingues qui utilisent

différentes langues dans leur quotidien et d'autres monolingues qui parlaient uniquement la langue dominante de leur région. Les chercheurs ont utilisé plusieurs mesures pour évaluer la réserve cognitive, y compris des tests de performance cognitive et des évaluations neuropsychologiques. Ces tests mesurent des aspects tels que la mémoire, l'attention, et la vitesse de traitement, ainsi que la capacité à effectuer des tâches complexes et à résoudre des problèmes. Les résultats ont montré que les individus bilingues étaient souvent mieux protégés contre les effets négatifs du vieillissement cognitif et des maladies neurodégénératives, comme la maladie d'Alzheimer, comparé à leurs homologues monolingues. Les bilingues ont démontré une plus grande résilience dans leurs performances cognitives, ce qui suggère que le bilinguisme peut offrir une forme de « réserve cognitive ». Cette réserve est le résultat de la gestion continue et exigeante de deux systèmes linguistiques, qui stimule et renforce les réseaux cognitifs du cerveau, augmentant ainsi sa capacité à compenser les défaillances liées à l'âge ou à des pathologies. L'hypothèse de la réserve cognitive avancée par Craik, Bialystok, et Freedman (2010) postule que des activités comme le bilinguisme favorisent une activation cérébrale plus robuste et plus flexible, ce qui pourrait ralentir le déclin cognitif et offrir une protection contre les maladies neurodégénératives. En stimulant régulièrement le cerveau et en exigeant un contrôle exécutif élevé, le bilinguisme contribue à construire une réserve cognitive qui aide à maintenir les fonctions cognitives plus longtemps malgré les processus de vieillissement et les pathologies neurodégénératives. Des recherches plus récentes soutiennent cette hypothèse en mettant en évidence les effets protecteurs du bilinguisme sur le vieillissement cérébral. Par exemple, Coulter et Phillips (2024) ont démontré que les personnes bilingues atteintes de la maladie d'Alzheimer présentent des signes de maintien cérébral plus marqués que leurs homologues monolingues, suggérant un ralentissement du déclin cognitif grâce à une meilleure compensation neuronale. De même, Schwieter (2022) souligne que le bilinguisme renforce la connectivité cérébrale et favorise une plus grande plasticité neuronale, permettant ainsi de lutter plus efficacement contre les effets du vieillissement cognitif. Ces résultats confirment que le bilinguisme joue un rôle clé dans la préservation des fonctions exécutives et mnésiques à long terme. Ces recherches soulignent l'importance des activités cognitivement stimulantes, comme le contrôle de plusieurs langues, pour soutenir la santé cognitive tout au long de la vie.

D’autres études, notamment des études longitudinales ont montré que les personnes bilingues âgées présentent souvent un début plus tardif des symptômes de démence comparé aux monolingues, suggérant que le bilinguisme peut contribuer à une réserve cognitive accrue

(Alladi et al., 2013). Cette réserve cognitive pourrait se manifester par une meilleure capacité à compenser les pertes neuronales grâce à des réseaux cérébraux plus efficaces et plus flexibles, renforcés par l'expérience bilingue. L'objectif principal de l'étude de Alladi et al. (2013) était d'examiner si les personnes bilingues âgées présentent un début plus tardif des symptômes de démence par rapport à leurs homologues monolingues, suggérant ainsi que le bilinguisme pourrait offrir une forme de protection cognitive. Pour cette étude, les chercheurs ont inclus des participants âgés, dont la majorité étaient des personnes âgées de 65 ans et plus. Les participants bilingues parlaient couramment deux langues, avec des combinaisons variées telles que l'anglais et le français, l'anglais et le tamil, ou d'autres pairs linguistiques en fonction de l'origine des participants. Les monolingues parlaient uniquement la langue dominante de leur région, souvent l'anglais. L'étude a utilisé des données provenant de dossiers médicaux, d'évaluations neuropsychologiques et de questionnaires pour suivre l'apparition des symptômes de démence chez les participants sur plusieurs années. Les critères diagnostiques incluent les évaluations de la cognition globale, de la mémoire, et d'autres fonctions cognitives nécessaires pour le diagnostic de la démence. Les résultats ont montré que les personnes bilingues avaient tendance à présenter les premiers signes de démence à un âge plus avancé que les personnes monolingues. En d'autres termes, le début des symptômes de démence était retardé chez les bilingues, même lorsque le degré de déclin cognitif était similaire entre les deux groupes. Cette découverte suggère que le bilinguisme peut contribuer à une réserve cognitive accrue, permettant au cerveau des bilingues de compenser les effets des pathologies neurodégénératives plus efficacement. Alladi et al. (2013) expliquent que la gestion constante de deux langues exige un engagement cognitif plus élevé, ce qui pourrait renforcer les réseaux neuronaux et augmenter la résilience face au déclin cognitif. Le bilinguisme semble offrir une forme de protection contre les premiers signes de démence en activant et en maintenant une réserve cognitive plus importante. Cette étude fournit encore une fois des preuves empiriques que le bilinguisme peut jouer un rôle important dans le retard de l'apparition des symptômes de démence chez les personnes âgées. Des études récentes renforcent l'idée que le bilinguisme contribue à une réserve cognitive performante, offrant une protection contre le déclin cognitif et les maladies neurodégénératives. Par exemple, une étude de 2024 menée par l'Université Concordia a révélé que le bilinguisme pourrait assurer une protection continue contre la maladie d'Alzheimer, en montrant que les personnes bilingues atteintes de cette maladie présentaient des hippocampes plus grands et en meilleure santé que leurs homologues monolingues. De plus, une analyse des études existantes

a révélé que les personnes bilingues reçoivent un diagnostic de démence en moyenne cinq à sept ans plus tard que les personnes parlant une seule langue. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme renforce la réserve cognitive, retardant ainsi l'apparition des symptômes de démence chez les personnes âgées. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme contribue à une réserve cognitive significative, offrant ainsi une protection potentielle contre le déclin cognitif et les maladies neurodégénératives.

4. Implications du bilinguisme sur la Flexibilité Cognitive et la Résilience Face au Vieillissement

Le bilinguisme pourrait aussi avoir des implications importantes pour la flexibilité cognitive, non seulement pendant l'enfance mais aussi tout au long de la vie. La capacité à passer d'une langue à l'autre, tout en maintenant la clarté et la précision, peut favoriser une meilleure flexibilité cognitive, définie comme la capacité à adapter rapidement les stratégies mentales face à des situations nouvelles ou changeantes (Diamond, 2013). La flexibilité cognitive est définie comme la capacité à adapter rapidement les stratégies mentales en réponse à des situations nouvelles ou changeantes, et elle est considérée comme une composante essentielle des fonctions exécutives, qui incluent également le contrôle inhibiteur et la mémoire de travail. Diamond (2013) s'est intéressée à la manière dont le bilinguisme peut influencer cette flexibilité cognitive. Les participants à cette étude étaient âgés de 18 à 35 ans. Les bilingues pratiquaient couramment deux langues, telles que l'anglais et le français, l'anglais et l'espagnol, ou l'anglais et une autre langue non européenne. Les monolingues parlaient uniquement l'anglais. Pour évaluer la flexibilité cognitive, Diamond, 2013 a utilisé des tâches de changement de tâche (Task-Switching) et des tests de résolution de problèmes qui nécessitent que les participants adaptent rapidement leurs réponses à des règles changeantes ou à des environnements variables. Par exemple, dans certaines tâches, les participants devaient passer d'un critère de catégorisation à un autre, comme passer de la catégorisation des objets par couleur à leur catégorisation par forme, tout en maintenant une performance optimale. Les résultats ont montré que les participants bilingues surpassaient souvent les monolingues dans ces tâches, en démontrant une plus grande rapidité et précision lors des changements de stratégie mentale. Cette supériorité est attribuée à l'expérience quotidienne des bilingues dans le passage entre deux systèmes linguistiques, ce qui exige une adaptation cognitive constante et une gestion efficace des interférences linguistiques. Diamond (2013) a conclu que la pratique régulière du

passage d'une langue à l'autre (code Switching) renforce la flexibilité cognitive des bilingues. Cette capacité à alterner entre les langues en fonction du contexte et des besoins communicatifs entraîne le cerveau à être plus agile et réactif dans d'autres domaines cognitifs également. Les bilingues développent ainsi une compétence précieuse qui leur permet de s'adapter rapidement à des situations nouvelles ou complexes. À mesure que les individus vieillissent, cette flexibilité cognitive peut se traduire par une meilleure aptitude à gérer des tâches complexes, à résoudre des problèmes et à s'adapter aux changements environnementaux ou cognitifs. En ce sens, encore une fois, le bilinguisme peut agir comme un facteur protecteur contre le déclin cognitif, en renforçant des réseaux neuronaux alternatifs ou en retardant l'apparition des symptômes du vieillissement cognitif. Ainsi, la flexibilité cognitive renforcée des bilingues leur permet non seulement de mieux s'adapter aux changements et aux exigences cognitives liés au vieillissement, mais elle joue également un rôle important dans d'autres processus cognitifs fondamentaux. Parmi eux, la mémoire de travail occupe une place centrale, en étant directement influencée par l'expérience bilingue et les exigences constantes de contrôle et de sélection des langues.

III. Bilinguisme et Mémoire de Travail

1. Lien entre bilinguisme et mémoire de travail

Le bilinguisme a suscité un grand intérêt dans la recherche en science et psychologie cognitive, notamment en ce qui concerne ses effets sur la mémoire de travail. La mémoire de travail, essentielle pour le maintien et la manipulation temporaire d'informations, est cruciale pour des processus cognitifs complexes comme le raisonnement, la résolution de problèmes, et le contrôle exécutif. Plusieurs études ont exploré l'influence du bilinguisme sur cette capacité, en analysant à la fois ses composantes verbales et non verbales.

Mémoire de Travail Verbale

Les recherches sur la mémoire de travail verbale suggèrent que le bilinguisme peut avoir un impact positif sur cette fonction cognitive. Morales, Calvo, et Bialystok (2013) ont mené une étude où des enfants bilingues et monolingues ont été soumis à des tâches de rappel de chiffres ou de mots, qui impliquent la mémoire de travail verbale. Leur étude s'est penchée sur l'influence du bilinguisme sur la mémoire de travail verbale chez les enfants âgés de 8 à 10 ans. Cette

période est essentielle dans le développement de l'enfant, car c'est à cet âge que la mémoire de travail, indispensable aux processus cognitifs complexes, se consolide et s'améliore progressivement. Les participants de cette étude comprenaient des enfants bilingues, qui parlaient couramment l'anglais et une seconde langue, qui variait selon les origines familiales. Parmi les langues les plus couramment représentées chez les bilingues, se trouve l'espagnol, le chinois, le français, ainsi que d'autres langues européennes et asiatiques. Et des monolingues, quant à eux, parlaient exclusivement l'anglais. Pour évaluer la mémoire de travail verbale, les chercheurs ont utilisé une série de tâches spécifiques, notamment des tâches de rappel de chiffres et des tâches de mémoire de mots. Dans la tâche de rappel de chiffres, les enfants devaient répéter une série de chiffres présentés oralement, en maintenant l'ordre correct. Pour la tâche de mémoire de mots, quant à elle, implique la mémorisation et le rappel de listes de mots dans un ordre spécifique. Les résultats ont révélé que les enfants bilingues avaient des performances égales ou supérieures à celles des enfants monolingues, notamment dans les tâches où la gestion des interférences linguistiques était requise. Cette performance pourrait être attribuée à l'expérience quotidienne des bilingues dans le passage d'une langue à l'autre, une pratique qui renforce leur capacité à maintenir et à manipuler des informations verbales en mémoire de travail. Ainsi, l'étude souligne l'impact potentiel du bilinguisme sur le développement de la mémoire de travail verbale chez les enfants, suggérant que la pratique de deux langues pourrait offrir des avantages cognitifs significatifs dans cette sphère. Les résultats ont montré que les enfants bilingues présentent des capacités de manière comparable, voire supérieure, à leurs homologues monolingues. Cette supériorité pourrait être due à l'expérience quotidienne des bilingues dans le passage entre deux langues, ce qui les amène à renforcer leur capacité à maintenir et manipuler des informations verbales au sein de la mémoire de travail.

Mémoire de Travail Non Verbale

En ce qui concerne la mémoire de travail non verbale, les études ont également révélé des avantages potentiels pour les bilingues. Blom et al. (2014) ont exploré la performance des enfants bilingues et monolingues dans des tâches impliquant la manipulation de formes ou d'objets en mémoire. Dans cette étude, les participants recrutés étaient des enfants âgés de 7 à 10 ans. Cette tranche d'âge est significative car elle correspond à une période de développement où les capacités de mémoire de travail non verbale sont encore en développement, mais suffisamment mûres pour être évaluées de manière fiable. Les enfants bilingues impliqués dans l'étude parlaient couramment

deux langues, généralement l'une étant la langue dominante du pays (comme le néerlandais, puisque l'étude a été réalisée aux Pays-Bas) et l'autre étant la langue parlée à la maison (comme le turc, l'arabe, ou le tamoul). Les enfants monolingues parlaient uniquement la langue dominante du pays, en l'occurrence le néerlandais. Pour évaluer la mémoire de travail non verbale, Blom et al. (2014) ont conçu plusieurs tâches impliquant la manipulation de formes et d'objets en mémoire. L'une des tâches utilisées au sein de cette étude était la tâche des cubes de Corsi, où les enfants devaient observer une séquence de cubes pointée par l'examinateur dans un certain ordre et ensuite répéter la séquence en tapant sur les cubes dans le même ordre. Une autre tâche consistait à manipuler des objets visuels sur un écran pour les organiser selon des critères spécifiques, nécessitant ainsi une gestion simultanée de plusieurs informations visuo-spatiales. Les résultats de l'étude ont indiqué que les enfants bilingues montraient une meilleure performance dans ces tâches non verbales par rapport à leurs homologues monolingues. Cette supériorité des bilingues pourrait s'expliquer par leur expérience quotidienne de la gestion simultanée de deux systèmes linguistiques, ce qui renforcerait leurs capacités de mémoire de travail non verbale, notamment en termes de flexibilité cognitive et de gestion de multiples informations simultanées. L'étude de Blom et al. (2014) suggère que le bilinguisme peut avoir des effets positifs sur la mémoire de travail non verbale chez les enfants. Les avantages observés chez les bilingues dans des tâches de manipulation de formes et d'objets renforcent l'idée que le bilinguisme, en tant que pratique cognitive régulière, contribue au développement de compétences cognitives plus larges, y compris la mémoire de travail non verbale.

2. Comparaison des Performances mnésique entre les enfants bilingues et monolingues

La comparaison générale des performances des enfants bilingues et monolingues dans des tâches de mémoire de travail a montré des résultats globalement en faveur des bilingues, surtout dans les contextes où le contrôle exécutif et l'inhibition sont sollicités. Une méta-analyse réalisée par Adesope et al. (2010) a révélé que le bilinguisme est souvent associé à des performances supérieures dans diverses tâches de mémoire de travail, en particulier celles impliquant une forte composante de contrôle exécutif. Cette analyse suggère que le bilinguisme pourrait entraîner une amélioration des capacités de mémoire de travail, en raison de l'exigence constante de gestion des conflits entre les deux langues. La Méta-analyse réalisée par Adesope et al. (2010) a inclus des études impliquant des participants de tous âges, mais une attention

particulière a été portée aux enfants et aux adolescents, car ces groupes sont souvent au cœur des recherches sur le développement cognitif. Les participants des études analysées parlaient une variété de combinaisons linguistiques, avec une forte représentation des langues largement parlées comme l'anglais, le français, l'espagnol, ainsi que des langues non européennes. Adesope et al. (2010) ont examiné les performances des participants bilingues dans diverses tâches de mémoire de travail, avec un accent particulier sur celles qui nécessitent un contrôle exécutif. Le contrôle exécutif fait référence aux processus cognitifs qui permettent de planifier, d'inhiber les réponses automatiques, de passer d'une tâche à l'autre, et de maintenir l'attention sur des objectifs spécifiques. Parmi les tâches évaluées dans cette Méta-analyse, on trouve les tâches de rappel de chiffres, les tâches de mémoire de formes visuelles, et les tâches de changement de tâche (Task-Switching). Les études analysées ont révélé que les participants bilingues surpassaient souvent leurs pairs monolingues dans ces tâches, surtout celles impliquant une forte composante de contrôle exécutif. Par exemple, dans les Task-Switching, où les participants doivent rapidement passer d'une règle de catégorisation à une autre, les bilingues ont montré une plus grande agilité mentale et une meilleure capacité à inhiber des réponses non pertinentes. Cette performance supérieure est attribuée à la pratique régulière du bilinguisme, qui exige une gestion constante de deux systèmes linguistiques, renforçant ainsi les mécanismes de contrôle exécutif. La Méta-analyse d'Adesope et al. (2010) conclut que le bilinguisme est associé à des performances supérieures en mémoire de travail, particulièrement dans les tâches qui nécessitent un contrôle exécutif. Ces résultats suggèrent que la pratique simultanée de plusieurs langues contribue non seulement à la gestion des informations linguistiques, mais également à une amélioration des fonctions exécutives plus générales, ce qui pourrait avoir des implications positives pour le développement cognitif global. En renforçant le contrôle exécutif, le bilinguisme pourrait donc jouer un rôle crucial dans la capacité à gérer des tâches complexes et multitâches, tant chez les enfants que chez les adultes. Toutefois, il est important de noter que les résultats ne sont pas uniformes. Paap et Greenberg (2013) ont observé que les avantages du bilinguisme sur la mémoire de travail peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que le niveau de compétence dans les deux langues, le contexte d'apprentissage, et la nature des tâches utilisées pour évaluer la mémoire de travail. L'étude de Paap et Greenberg (2013) apporte une perspective nuancée sur l'impact du bilinguisme sur la mémoire de travail, soulignant que les avantages cognitifs associés au bilinguisme ne sont pas universels et peuvent varier considérablement en fonction de divers facteurs contextuels et individuels. Les participants de

cette étude étaient des jeunes adultes, majoritairement des étudiants universitaires, issus de divers contextes linguistiques. Les bilingues de l'échantillon parlaient couramment les combinaisons telles que l'espagnol-anglais, mandarin-anglais, et français-anglais, entre autres. Paap et Greenberg (2013) ont exploré comment plusieurs variables peuvent influencer l'effet du bilinguisme sur la mémoire de travail. Ces variables incluent : (i) le Niveau de Compétence dans les Deux Langues ; (ii) le Contexte d'Apprentissage et (iii) la Nature des Tâches de Mémoire de Travail. L'étude a révélé que les avantages du bilinguisme sont plus prononcés chez les individus ayant une maîtrise élevée des deux langues. Ceux qui étaient plus équilibrés dans leur compétence linguistique avaient tendance à montrer de meilleures performances dans les tâches de mémoire de travail. En revanche, les bilingues avec un déséquilibre marqué entre leurs deux langues montraient des performances moins impressionnantes. Le contexte dans lequel les langues sont apprises et utilisées s'est également avéré discutable. Les bilingues qui utilisent régulièrement leurs deux langues dans des contextes variés, tels que l'école, le travail, ou la maison, ont des performances supérieures en mémoire de travail. En revanche, ceux qui utilisaient l'une des langues de manière plus passive, comme pour comprendre mais rarement pour s'exprimer, montraient des bénéfices cognitifs moins marqués. Paap et Greenberg (2013) ont également noté que la nature des tâches utilisées pour évaluer la mémoire de travail pouvait influencer les résultats. Par exemple, dans des tâches plus complexes nécessitant un contrôle exécutif intense, comme les tâches de changement de tâche (Task Switching) ou d'inhibition, les bilingues montraient des performances variables. Ces résultats contrastent avec ceux obtenus dans des tâches plus simples, où les différences entre bilingues et monolingues étaient moins prononcées. L'étude de Paap et Greenberg (2013) montre que les avantages du bilinguisme sur la mémoire de travail ne sont pas uniformes et dépendent de nombreux facteurs contextuels et individuels. Cette variabilité suggère que le bilinguisme, bien qu'il puisse offrir des avantages cognitifs, n'est pas une garantie de meilleures performances en mémoire de travail pour tous les individus. Les chercheurs soulignent l'importance de considérer ces facteurs dans les futures études sur le bilinguisme et les fonctions cognitives, pour mieux comprendre les conditions sous lesquelles le bilinguisme peut avoir des effets positifs.

3. Hypothèse de la Charge Cognitive : Influence du bilinguisme sur la Mémoire de Travail

L'hypothèse de la charge cognitive suggère que le bilinguisme entraîne une contrainte cognitive supplémentaire en raison de la coordination simultanée de deux systèmes linguistiques distincts (Morales, Calvo et Bialystok (2013) Cette charge cognitive peut influencer la mémoire de travail, essentielle pour le traitement et le stockage temporaire des informations. La question pertinente est de déterminer comment cette charge supplémentaire affecte la mémoire de travail chez les enfants bilingues et comment ces effets peuvent être gérés ou optimisés.Green et Abutalebi (2013) expliquent que le contrôle continue des deux langues nécessite un contrôle exécutif laborieux, ce qui peut, dans certains cas, entraîner une charge cognitive élevée. Cette surcharge pourrait se manifester par une performance réduite dans des tâches de mémoire de travail, notamment celles qui requièrent une attention soutenue et une organisation efficace de l'information. Cependant, cette charge cognitive ne se traduit pas uniquement par des effets négatifs. En effet, elle peut aussi favoriser le développement de stratégies compensatoires qui optimisent l'efficacité cognitive à long terme. Les enfants bilingues peuvent rencontrer des difficultés lorsqu'ils doivent alterner entre leurs deux langues ou inhiber l'une d'elles pour se concentrer sur une tâche spécifique, ce qui sollicite fortement leur mémoire de travail et peut réduire leur capacité à traiter et mémoriser d'autres informations simultanément.

L'Analyse de Green et Abutalebi (2013) a proposé un modèle de contrôle adaptatif dans le contexte du bilinguisme, connu sous le nom d'hypothèse du contrôle adaptatif. Selon cette hypothèse, la coordination simultanée de deux langues implique un niveau élevé de contrôle exécutif. Ce contrôle exécutif est essentiel pour coordonner et réguler les processus cognitifs impliqués dans la production et la compréhension du langage, notamment lorsqu'il s'agit de passer d'une langue à l'autre ou de maintenir une langue spécifique en inhibant l'autre. Green et Abutalebi (2013) soulignent que les bilingues doivent régulièrement activer et désactiver les systèmes linguistiques associés à chaque langue en fonction du contexte communicatif. Cette activation et désactivation constantes nécessitent une gestion fine des processus cognitifs et peuvent solliciter de manière significative les ressources exécutives, notamment lorsque les bilingues doivent gérer des interférences entre les langues, décider quelle langue utiliser, ou maintenir une langue spécifique tout en inhibant l'autre. Par exemple, lorsqu'un bilingue reçoit un stimulus dans une langue, il doit inhiber l'accès aux éléments linguistiques de l'autre langue pour éviter les erreurs de traduction ou d'expression. Ce processus peut entraîner une surcharge cognitive, car le cerveau doit gérer simultanément les exigences de deux systèmes linguistiques. L'augmentation de la charge cognitive due à la gestion des deux langues peut avoir des

implications directes sur la mémoire de travail. La mémoire de travail, qui est responsable du maintien temporaire et de la manipulation d'informations, peut être affectée lorsque les ressources cognitives sont accaparées par la gestion linguistique. Par exemple, dans des situations où une tâche de mémoire de travail exige une concentration importante et un contrôle des interférences, la présence de deux langues peut soit réduire les ressources disponibles pour la tâche, soit, au contraire, améliorer la performance en raison des mécanismes de contrôle exécutif renforcés par l'expérience bilingue. Green et Abutalebi (2013) considèrent également que les bilingues développent des stratégies et des compétences pour réguler cette charge cognitive. Par exemple, ils peuvent utiliser des processus automatiques pour faciliter le passage entre les langues ou optimiser l'utilisation des ressources cognitives disponibles. Ces mécanismes adaptatifs peuvent aider les bilingues à compenser la charge cognitive élevée et à maintenir des performances cognitives efficaces, même dans des tâches complexes qui impliquent une gestion simultanée des deux langues. L'étude de Green et Abutalebi (2013) met en lumière le rôle important du contrôle exécutif dans la régulation des deux langues chez les bilingues. Cependant, les bilingues développent des mécanismes adaptatifs pour gérer cette charge, ce qui peut influencer la performance en mémoire de travail et dans d'autres tâches cognitives complexes. Toutefois, il est possible que cette charge cognitive, bien que présente, puisse être gérée ou optimisée au fil du temps. Selon l'hypothèse du contrôle adaptatif, les enfants bilingues développent des mécanismes de compensation grâce à une exposition continue à deux langues, améliorant ainsi certaines fonctions exécutives telles que l'inhibition, la flexibilité cognitive et le contrôle de l'attention (Green & Abutalebi, 2013). Ces compétences pourraient leur permettre de mieux gérer les interférences linguistiques et de maintenir leur attention sur les tâches pertinentes malgré la charge cognitive accrue. Des études ont montré que cette optimisation des fonctions exécutives peut contribuer à des performances équivalentes ou même supérieures dans des tâches de mémoire de travail chez les enfants bilingues comparé à leurs homologues monolingues (Bialystok, 2009; Bialystok & Craik, 2010; Dell'Armi, 2015), qui seront exposés dans le paragraphe ci-dessous.

4. Optimisation des Fonctions Exécutives et Performance en Mémoire de Travail chez les Enfants Bilingues

Les fonctions exécutives qui incluent la flexibilité cognitive, l'inhibition et la mise à jour de la mémoire de travail, jouent un rôle important dans la régulation des comportements, la gestion des informations et la résolution de problèmes. Ces fonctions sont particulièrement

sollicitées dans le cadre du bilinguisme, car les enfants bilingues doivent constamment sélectionner et inhiber une langue tout en activant l'autre, selon le contexte.

De nombreuses études ont montré que cette pratique régulière de la gestion des deux langues peut entraîner une amélioration de certains aspects des fonctions exécutives. Par exemple, Bialystok et al. (2009) ont démontré que les enfants bilingues présentent une meilleure capacité d'inhibition et de flexibilité cognitive que leurs pairs monolingues. L'inhibition est renforcée par la nécessité de supprimer l'activation non pertinente de l'une des langues, tandis que la flexibilité cognitive est sollicitée par les transitions fréquentes entre les deux systèmes linguistiques. Cette amélioration des fonctions exécutives peut avoir un impact positif sur les performances en mémoire de travail. La mémoire de travail, qui est la capacité à maintenir et manipuler des informations à court terme, est un aspect fondamental des fonctions exécutives. Elle est impliquée dans des tâches complexes telles que la résolution de problèmes, la compréhension et l'apprentissage. Morales, Calvo, & Bialystok (2013) ont montré que les enfants bilingues surpassent leurs pairs monolingues dans des tâches nécessitant une mise à jour constante de la mémoire de travail. Cette différence pourrait s'expliquer par le besoin de surveiller et d'actualiser les informations dans un contexte bilingue. De plus, des recherches ont indiqué que les avantages du bilinguisme sur les fonctions exécutives sont particulièrement marqués dans des environnements nécessitant un contrôle attentionnel élevé. Par exemple, Carlson & Meltzoff (2008) ont trouvé que les enfants bilingues réussissent mieux dans des tâches impliquant un contrôle cognitif que les enfants monolingues. Ces résultats mettent en évidence que le bilinguisme peut agir comme un levier pour optimiser la mémoire de travail en augmentant l'efficacité de la gestion cognitive.

A travers ces différentes recherches citées, le bilinguisme offre un environnement d'apprentissage unique qui sollicite et renforce les fonctions exécutives, en particulier dans des domaines tels que la flexibilité cognitive, l'inhibition et la mise à jour. Ces améliorations peuvent à leur tour se traduire par des performances en mémoire de travail équivalentes, voire supérieures, à celles des enfants monolingues, en fonction du contexte et des tâches spécifiques. Ainsi, le bilinguisme ne se limite pas à un simple apprentissage de deux langues, mais constitue un véritable entraînement cognitif qui façonne durablement les fonctions exécutives. Cette dynamique favorise l’optimisation des processus cognitifs impliqués dans la mémoire de travail

et la gestion de l'interférence linguistique, offrant ainsi un cadre propice au développement d'une plus grande adaptabilité mentale.

5. Optimisation des Fonctions Exécutives et Impact sur la Mémoire de Travail chez les Bilingues

L'expérience quotidienne du bilinguisme nécessite une coordination constante de deux systèmes linguistiques, une tâche qui mobilise intensément les fonctions exécutives, en particulier l'inhibition, la flexibilité cognitive et la mise à jour de la mémoire de travail. Bialystok (2009) a démontré que les bilingues, âgés entre 4 et 7 ans, sollicitent leur contrôle exécutif de manière plus intensive que les monolingues en raison de la nécessité de sélectionner la langue appropriée et d'inhiber celle qui n'est pas pertinente dans un contexte donné. Cette activité répétée renforce les capacités exécutives des bilingues, leur permettant de mieux réguler les interférences, d'inhiber les réponses non pertinentes et de s'adapter rapidement aux changements de contexte.

Des recherches complémentaires appuient cette hypothèse en mettant en évidence les effets du bilinguisme sur le contrôle cognitif. Hilchey et Klein (2011) ont examiné les différences entre bilingues et monolingues dans des tâches impliquant un contrôle inhibiteur et une attention soutenue. Leur étude, menée auprès d'adultes jeunes et âgés, a révélé que les participants bilingues obtenaient de meilleures performances dans des tâches de "Flanker" et de "Simon", où il est nécessaire d'ignorer des stimuli distracteurs pour sélectionner la réponse appropriée. Ces résultats montrent que le bilinguisme contribue à une plus grande efficacité des mécanismes de suppression des interférences, ce qui confère un avantage aux bilingues dans des contextes exigeant une régulation attentive des informations pertinentes.

De manière complémentaire, Costa, Hernández et Sebastián-Gallés (2008) ont exploré l'impact du bilinguisme sur le traitement des conflits attentionnels en recrutant des adultes jeunes et des enfants d'âge scolaire. En utilisant la tâche de "Simon", les auteurs ont observé que les bilingues présentaient des temps de réaction plus rapides et une meilleure précision dans la résolution de conflits attentionnels par rapport aux monolingues. Cette observation suggère que la pratique régulière de deux langues sollicite des mécanismes cognitifs impliqués dans la sélection des

informations et le maintien de l'attention face aux stimuli concurrents, favorisant ainsi une plus grande efficacité dans l'allocation des ressources cognitives.

Ces effets ne se limitent pas aux capacités attentionnelles et au contrôle inhibiteur, mais s'étendent à d'autres composantes des fonctions exécutives, notamment la mémoire de travail. En effet, la capacité à gérer simultanément plusieurs informations tout en inhibant les interférences constitue un aspect fondamental du fonctionnement cognitif des bilingues. À cet égard, Perriard, (2015) a montré que ces améliorations dans les fonctions exécutives peuvent se traduire par une performance élevée dans des tâches sollicitant la mémoire de travail.

6. Performance en Mémoire de Travail

Les recherches menées par Bialystok (2009) et Bialystok et Craik (2010) ont démontré que les améliorations observées chez les individus bilingues dans les fonctions exécutives peuvent se traduire par une performance supérieure dans des tâches de mémoire de travail. Par exemple, des études comparatives ont montré que les enfants bilingues âgés de 4 à 5 ans présentent une meilleure capacité à maintenir et à manipuler des informations en mémoire tout en gérant des distractions ou des interférences. Ces performances supérieures sont attribuées à leur capacité renforcée à utiliser des mécanismes de contrôle exécutif pour optimiser le traitement des informations et la réalisation de tâches complexes.

Bialystok et Craik (2010) ont spécifiquement noté que les enfants bilingues âgés entre 4 et 5 ans ont tendance à exceller dans des tâches qui nécessitent la coordination simultanée de plusieurs informations et un changement rapide de stratégies. Ces tâches de mémoire de travail, qui impliquent souvent des processus tels que le maintien de plusieurs éléments en mémoire tout en les manipulant, peuvent bénéficier des compétences exécutives plus développées par les bilingues. Les enfants bilingues montrent souvent une capacité supérieure à organiser des tâches, comme des tâches de classification complexe où les enfants doivent trier des objets selon des critères changeants, qui demandent une flexibilité mentale et une inhibition efficace des réponses automatiques, ce qui peut améliorer leurs performances en mémoire de travail par rapport aux enfants monolingues. L'optimisation des fonctions exécutives chez les enfants bilingues, résultant de la coordination constante de deux langues, semble jouer un rôle significatif dans l'amélioration de leurs performances en mémoire de travail. Ces améliorations sont observées dans des tâches nécessitant une manipulation complexe des informations, telles

que les tâches d'empan de chiffres inversés, les tâches de mise à jour de la mémoire, ainsi que les tâches de classification sous règles changeantes. Ces épreuves exigent de maintenir plusieurs éléments en mémoire tout en les restructurant ou en ajustant les stratégies de réponse en fonction des consignes. De plus, la capacité à filtrer efficacement les stimuli non pertinents et à résister aux interférences dans ces contextes met en évidence les avantages cognitifs du bilinguisme en termes de capacités de mémoire de travail.

IV. Influence du Bilinguisme sur les Fonctions Exécutives

Le bilinguisme est fréquemment lié à des effets positifs sur les fonctions exécutives, regroupant des processus cognitifs fondamentaux tels que l'inhibition des réponses inappropriées, l'actualisation des informations en mémoire de travail et l'adaptabilité cognitive. Ces mécanismes jouent un rôle essentiel dans l'organisation des tâches du quotidien et la résolution de problèmes complexes. L'amélioration de ces compétences chez les individus bilingues pourrait résulter de l'exposition continue à deux systèmes linguistiques distincts, nécessitant une mobilisation constante des ressources attentionnelles et cognitives.

1. Bilinguisme et Inhibition

L'inhibition, ou la capacité à contrôler les réponses automatiques et à ignorer les distractions non pertinentes, est l'une des fonctions exécutives les plus étudiées dans le contexte du bilinguisme. Des recherches ont montré que les bilingues développent souvent une meilleure capacité à inhiber les réponses incongruentes ou non pertinentes en raison de la nécessité de coordonner deux systèmes linguistiques simultanément. Dans une étude menée par Morales, Calvo et Bialystok (2013), l'effet du bilinguisme sur le contrôle exécutif a été examiné chez des enfants âgés de 5 à 7 ans. Les participants, répartis en groupes bilingues et monolingues, ont été soumis à une tâche de

Simon, nécessitant l'inhibition de réponses automatiques pour sélectionner la réponse appropriée. Les résultats ont indiqué que les enfants bilingues surpassaient leurs homologues monolingues en termes de temps de réaction et de précision, suggérant une meilleure capacité d'inhibition des réponses automatiques. Ces conclusions renforcent l'idée que la gestion quotidienne de deux langues distinctes peut améliorer les fonctions exécutives chez les enfants. La capacité à inhiber des réponses automatiques n'est pas le seul domaine où les enfants

bilingues montrent des avantages cognitifs. En effet, leur pratique continue de deux langues semble également renforcer leur capacité à mettre à jour les informations en mémoire de travail.

2. Mise à Jour de la Mémoire de Travail chez les enfants bilingues

La mise à jour de la mémoire de travail implique la capacité de maintenir et de modifier des informations pertinentes en réponse à de nouvelles informations ou à des changements dans la tâche. Bialystok (2009) a observé que les enfants bilingues, en raison de leur pratique continue de la coordination de deux langues, développent des compétences supérieures dans la mise à jour de la mémoire de travail. Bialystok (2009) a cherché à déterminer si l'exposition quotidienne à deux systèmes linguistiques pouvait améliorer la capacité à gérer et à actualiser les informations dans des tâches cognitives. Pour cette étude, les chercheurs ont sollicité des enfants âgés de 7 à 9 ans incluant des enfants bilingues, qui utilisaient régulièrement l'anglais et le français, ou l'espagnol et le catalan, la région, et des enfants monolingues, parlant exclusivement l'une des langues du groupe total. Pour évaluer la mise à jour de la mémoire de travail, Bialystok (2009) a utilisé des tâches de mémoire de travail qui nécessitent la manipulation et l'actualisation d'informations en réponse à des changements. L'une des tâches couramment utilisées était une variante de la tâche de mémoire de travail visuo-spatiale, où les enfants devaient se souvenir et manipuler des informations spatiales tout en faisant face à des modifications dans la tâche. Ces tâches impliquent souvent des séquences d'objets ou de positions que les enfants devaient mettre à jour après chaque nouvelle présentation, ce qui mesurait leur capacité à maintenir et à réorganiser les informations en temps réel. Les résultats de l'étude ont montré que les enfants bilingues âgés entre 7 et 9 ans avaient des performances supérieures dans les tâches de mise à jour de la mémoire de travail comparé aux enfants monolingues. Des études récentes confirment l'impact du bilinguisme sur la mise à jour de la mémoire de travail, notamment en fonction des spécificités linguistiques des participants. Une recherche menée en 2018 à l'Université catholique de Louvain a examiné cet effet chez des enfants bilingues franco-arabophones âgés de 8 à 12 ans. L'objectif principal était d'évaluer si le bilinguisme influence différemment les composantes de la mémoire de travail, à savoir la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central. Pour cela, 60 enfants ont été répartis en deux groupes : l'un composé de bilingues franco-arabophones et l'autre de monolingues francophones, les deux groupes étant appariés en fonction de leur âge, de leur sexe et de leur niveau socio-économique. Différentes tâches ont été administrées pour évaluer les

sous-composantes de la mémoire de travail : une tâche de répétition de chiffres pour la boucle phonologique, une tâche des blocs de Corsi pour le calepin visuo-spatial et une tâche d'empan de chiffres à rebours pour l'administrateur central. Les résultats ont révélé que les enfants bilingues surpassaient significativement les monolingues dans la tâche évaluant le calepin visuo-spatial, ce qui suggère un avantage dans le maintien et la manipulation des informations spatiales. En revanche, aucune différence significative n'a été observée pour la boucle phonologique, bien que les bilingues aient montré une légère supériorité dans la tâche sollicitant l'administrateur central. Ces résultats indiquent que l'usage constant de deux langues pourrait favoriser certaines compétences exécutives liées à la mémoire de travail, notamment celles impliquant le traitement visuo-spatial, renforçant ainsi l'idée que le bilinguisme constitue une forme d'entraînement cognitif influençant le développement des capacités exécutives (Université catholique de Louvain, 2018), ce qui serait mentionné plus en détail ci-dessous.

V. Avantages Cognitifs Potentiels du Bilinguisme

Le bilinguisme est souvent associé à plusieurs avantages cognitifs potentiels, qui touchent divers aspects de la fonction cognitive, tels que la régulation de l'attention, la résolution de problèmes et la prise de décision.

1. La Régulation de l'Attention

Les recherches ont montré que le bilinguisme améliore la régulation de l'attention, pour filtrer les distractions et se concentrer sur les informations pertinentes. Les bilingues, en raison de leur nécessité constante de sélectionner et de maintenir une langue spécifique tout en inhibant l'autre, développent des compétences supérieures en attention sélective. Par exemple, des études ont révélé que les bilingues âgés entre 7 et 9 ans ont mieux à même de maintenir leur concentration sur des tâches pertinentes tout en ignorant les distractions non pertinentes (Bialystok, 2009). Cette capacité à contrôler l'attention est souvent mesurée par des tâches impliquant des conflits d'attention, comme les tests de Stroop, (où il faut nommer la couleur d'un mot écrit dans une encre différente du mot lui-même) ou le Flanker Task (où il faut identifier une cible tout en ignorant des distracteurs adjacents). Ces tests évaluent la capacité à gérer les interférences et à maintenir l'attention sélective, des compétences souvent mieux développées chez les bilingues.

2. La Résolution de Problèmes

Le bilinguisme est également associé à des améliorations dans la résolution de problèmes. Le traitement simultané de deux langues exige une flexibilité cognitive, plus importante pour résoudre des problèmes complexes. Les bilingues doivent constamment ajuster leurs processus mentaux pour s'adapter à des contextes linguistiques variés, ce qui peut se traduire par une meilleure capacité à aborder et résoudre des problèmes non linguistiques. Des études ont montré que les enfants bilingues ont tendance à démontrer une meilleure performance dans des tâches de résolution de problèmes et de pensée critique, par rapport aux monolingues (Bialystok & Craik, 2010). Cette aptitude est attribuée à l'expérience accrue des bilingues dans la coordination et l'adaptation à des situations changeantes.

3. La Prise de Décision

En matière de prise de décision, le bilinguisme semble également offrir des avantages positifs. Les bilingues peuvent bénéficier d'une plus grande capacité à évaluer les options et à prendre des décisions en raison de leur expérience dans le jonglage entre deux systèmes linguistiques et culturels. Cette compétence est liée à une meilleure gestion des informations contradictoires et à une évaluation plus équilibrée des alternatives disponibles. Des recherches suggèrent que les bilingues sont plus aptes à éviter les biais décisionnels et à faire des choix plus réfléchis, en partie grâce à leur expérience dans l'analyse et la résolution de conflits entre différentes langues et contextes culturels (Green & Abutalebi, 2013). L'étude a inclus des participants bilingues et monolingues, âgés de 18 à 35 ans. Les bilingues étaient des individus ayant une maîtrise élevée de deux langues incluant l'anglais et le français, l'anglais et l'espagnol, et les utilisaient fréquemment dans leur vie quotidienne. Les monolingues, quant à eux, parlaient exclusivement une seule langue parmi ces langues. Pour évaluer la prise de décision et les biais décisionnels, les chercheurs ont utilisé des tâches de décision économique telles que le jeu du dilemme du prisonnier (Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom & Cohen, 2004), où les participants devaient choisir entre coopérer ou trahir un partenaire hypothétique, évaluant ainsi leur capacité à peser les conséquences stratégiques de leurs décisions. Ils ont également utilisé la tâche de cadrage (framing effect task) (De Martino, Kumaran, Seymour & Dolan, 2006), où les choix étaient présentés sous une forme positive (gain potentiel) ou négative (perte potentielle), afin d'examiner si les participants étaient influencés par la manière dont l'information était formulée. Le jeu de l'ultimatum (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003) a aussi été intégré,

mettant les participants face à une offre de partage d'argent qu'ils pouvaient accepter ou refuser, testant ainsi leur sens de l'équité et leur gestion des émotions dans la prise de décision. Enfin, la tâche Iowa Gambling Task (IGT) (Bechara, Tranel, & Damasio, 2000) a été employée, dans laquelle les participants devaient choisir entre plusieurs jeux de cartes avec des probabilités de gains et de pertes différentes, évaluant leur capacité à apprendre des conséquences de leurs choix et à éviter les biais d'impulsivité. Ces tâches impliquent des choix entre différentes options avec des récompenses et des risques variés, incluant des décisions telles que choisir entre des investissements avec différents niveaux de risque ou de retour potentiel.

Les tâches de prise de décision sous incertitude incitaient les participants à faire des choix en face d'informations incomplètes ou contradictoires, mesurant ainsi leur capacité à éviter les biais cognitifs, qui sont des distorsions systématiques dans le raisonnement et la prise de décision. Parmi ces biais, plusieurs ont été spécifiquement évalués :

- **L'effet de cadrage :** qui pousse les individus à prendre des décisions différentes en fonction de la manière dont les options sont présentées (par exemple, préférer une option lorsque les gains sont mis en avant plutôt que lorsqu'elle est décrite en termes de pertes). Les bilingues ont montré une moindre sensibilité à ce biais, indiquant une capacité élevée à traiter les informations de manière plus analytique.

- **L'aversion aux pertes** : qui consiste à accorder plus d'importance aux pertes potentielles qu'aux gains équivalents, ce qui peut conduire à des décisions irrationnelles. Les bilingues semblaient mieux équilibrer les bénéfices et les risques, montrant une prise de décision plus rationnelle.
- **Le biais d'ancrage** : où les individus ont tendance à s'appuyer excessivement sur la première information reçue (l'ancre) pour prendre leurs décisions. Les résultats ont suggéré que les bilingues étaient moins influencés par ces valeurs initiales, ce qui reflète une plus grande flexibilité cognitive.
- **Le biais de confirmation** : qui consiste à privilégier les informations qui confirment des croyances préexistantes plutôt qu'à considérer des preuves contraires. Les bilingues semblaient plus enclins à remettre en question leurs intuitions et à adopter une approche plus rationnelle et objective.

- **L'effet de certitude** : qui désigne la tendance à surestimer les options offrant une certitude absolue au détriment d'options statistiquement plus avantageuses. Les bilingues ont montré une meilleure capacité à évaluer objectivement les probabilités.

Les résultats ont montré que les bilingues avaient une plus grande propension à prendre des décisions rationnelles en évaluant plus objectivement les options disponibles, sans se laisser autant influencer par ces biais cognitifs typiques des monolingues. Cette meilleure gestion des biais pourrait s'expliquer par la flexibilité cognitive et les mécanismes d'inhibition que les bilingues développent lorsqu'ils jonglent constamment entre deux langues, ce qui leur permettrait d'adopter une pensée plus analytique et moins intuitive dans la prise de décision. Les tâches étaient conçues pour évaluer la capacité des participants à organiser les informations conflictuelles et à prendre des décisions rationnelles, en tenant compte de l'influence potentielle des biais cognitifs. Des recherches récentes se sont penchées sur la manière dont le bilinguisme influence la prise de décision chez les enfants, notamment dans des contextes moraux. Par exemple, une étude en cours recrute des participants pour examiner la prise de décisions morales chez les enfants bilingues. Durant cette étude, les enfants sont confrontés à une série d'images illustrant des dilemmes moraux, suivies de questions visant à comprendre leurs processus décisionnels. Les parents sont également interrogés sur les langues parlées par leur enfant, afin d'évaluer l'impact du bilinguisme sur ces décisions (Société Québécoise pour la Recherche en Psychologie [SQRP], 2024). Cette étude étant en cours, les résultats ne sont pas encore visibles.

Ainsi, au-delà de ses effets sur la prise de décision et la gestion des biais cognitifs, le bilinguisme joue également un rôle clé dans le développement socio-émotionnel, en influençant notamment la cognition sociale et la théorie de l'esprit.

VI. Bilinguisme et Développement Socio-Émotionnel

Le bilinguisme a des effets considérables non seulement sur les fonctions cognitives mais aussi sur le développement socio-émotionnel des individus, en particulier sur la cognition sociale. Le développement socio-émotionnel désigne l'ensemble des processus par lesquels un individu acquiert les compétences nécessaires pour comprendre, exprimer et réguler ses émotions, interagir de manière appropriée avec les autres, et construire des relations sociales. Il englobe des dimensions telles que l'empathie, la reconnaissance des émotions, la gestion des

conflits et l'adaptation aux normes sociales. Dekeyser, Dewaele et De Leersnyder (2024) ont mené une étude exploratoire afin d'examiner si les individus bilingues disposent d'un avantage émotionnel par rapport aux monolingues. Leur recherche s'inscrit dans une perspective interactionnelle entre langue, culture et émotions, et vise à comprendre comment le bilinguisme influence la perception, l'expression et la régulation émotionnelle. À travers une approche empirique, ils ont analysé les variations dans l'expression émotionnelle selon la langue utilisée, en considérant des facteurs tels que le contexte culturel d'acquisition des langues et l'identité linguistique des participants. Les résultats indiquent que les bilingues tendent à adapter leur expression émotionnelle en fonction de la langue employée, ce qui suggère une flexibilité renforcée dans la modulation des émotions. Cette capacité d'adaptation pourrait être attribuée à l'expérience de socialisation dans des cadres culturels diversifiés, permettant ainsi un raffinement des stratégies de maîtrise émotionnelle. Ces conclusions corroborent les travaux antérieurs suggérant que le bilinguisme favorise une meilleure compréhension et modulation des émotions, en raison d'une exposition plus large à des normes et des cadres de référence variés. L'étude apporte ainsi une contribution significative aux recherches sur les liens entre bilinguisme et cognition socio-émotionnelle. Une autre étude, menée par Bukhalenkova, Veraksa, Gavrilova et Kartushina (2022), s'est intéressée à l'impact du bilinguisme sur la compréhension des émotions chez les enfants d'âge préscolaire. À travers l'évaluation de 593 enfants âgés de 5 à 6 ans au moyen du Test de Compréhension des Émotions (TEC) (Pons et Harris, 2000), les auteurs ont exploré trois dimensions de cette compétence : la compréhension des causes externes, réfléchies et mentales des émotions. Leurs résultats montrent que, bien que les enfants bilingues et monolingues ne diffèrent pas significativement dans les deux premières catégories, les enfants monolingues semblent mieux saisir les causes mentales des émotions, c'està-dire celles qui émergent des croyances, souvenirs ou pensées. Ces différences pourraient s'expliquer par une exposition langagière et culturelle distincte, influençant la manière dont les enfants apprennent à décoder et à verbaliser les états mentaux d'autrui. Ainsi, cette étude met en lumière l'influence du bilinguisme sur la conceptualisation des émotions et soulève des questions quant à son rôle dans le développement plus global des compétences sociocognitives. Cette réflexion s'inscrit plus largement dans les travaux portant sur la théorie de l'esprit, qui désigne la capacité à attribuer des états mentaux à soi-même et aux autres, une compétence essentielle dans les interactions sociales et dont le développement pourrait être modulé par l'expérience du bilinguisme.

1. Théorie de l'Esprit

La théorie de l'esprit correspond à une aptitude fondamentale permettant de comprendre et d'anticiper les états mentaux d'autrui, facilitant ainsi les interactions sociales complexes. Elle permet aux individus de prédire et d'interpréter les comportements des autres en fonction de leurs états mentaux. Des études ont montré que les enfants bilingues développent la théorie de l'esprit en moyenne entre 3 et 5 ans, soit plus précocement que leurs pairs monolingues, qui atteignent généralement cette compétence vers 4 à 6 ans (Kovács & Mehler, 2009 ; Bialystok et al., 2010). Cette avance est attribuée à leur expérience constante de coordination de plusieurs systèmes linguistiques, qui renforce leur capacité à se représenter différentes perspectives mentales. Bialystok, Senman, et Majumder (2008) ont constaté que les enfants bilingues réussissent plus souvent que les enfants monolingues des tâches classiques de théorie de l'esprit, comme les tâches de fausse croyance, qui testent la capacité à comprendre que les autres peuvent avoir des croyances erronées (Bialystok, Senman, & Majumder, 2008). Dans cette étude, des enfants âgés de 3 à 6 ans ont été sélectionnés, un groupe d'âge généralement étudié pour évaluer la théorie de l'esprit, car c'est durant cette période que ces compétences émergent et se développent de façon significative. Les langues des participants comprenaient l'anglais et français, ou anglais et espagnol, en fonction des groupes étudiés dans l'étude et un groupe de monolingues utilisant une seule de ces langues du groupe. Les chercheurs ont utilisé des tâches classiques de théorie de l'esprit, notamment des tâches de fausse croyance. Ces tâches évaluent la capacité des enfants à comprendre que les autres peuvent avoir des croyances incorrectes sur la réalité. Un exemple classique est la tâche de « boîte de Smarties », où les enfants sont montrés une boîte qui contient en réalité des crayons, mais qu'ils sont amenés à croire qu'elle contient des bonbons Smarties. Ensuite, les enfants doivent prédire ce que quelqu'un d'autre, qui n'a pas vu le contenu de la boîte, pense qu'il y a à l'intérieur. La réussite de cette tâche indique une compréhension de la fausse croyance. Les résultats de l'étude ont montré que les enfants bilingues réussissent significativement plus souvent que les enfants monolingues dans ces tâches de fausse croyance. En effet, les enfants bilingues étaient plus susceptibles de comprendre que les autres pouvaient avoir des croyances incorrectes sur le contenu des boîtes, même après avoir vu le contenu réel. Ils ont montré une meilleure capacité à prédire et à expliquer les croyances des autres, indiquant une compréhension plus profonde des états mentaux divergents. L'étude de Bialystok, Senman, et Majumder (2008) a permis de montrer qu'en réussissant mieux dans des tâches de fausse croyance, les enfants bilingues démontrent une compréhension plus

avancée des croyances et des intentions des autres. Dans leur étude, Defamie et Balsen Pantic (2014) ont utilisé la Batterie d'Évaluation de la Cognition Sociale (BECS) pour comparer les performances de 21 adultes bilingues précoces français-anglais à celles de 21 adultes monolingues français, appariés en âge et en sexe. La BECS évalue divers aspects de la cognition sociale, notamment la théorie de l'esprit cognitif et affective, ainsi que des composantes de la neurocognition. Les résultats ont montré que les bilingues présentaient un avantage significatif dans certaines tâches de théorie de l'esprit émotionnelle, suggérant une meilleure perception et identification des émotions, tant personnelles que chez autrui. Ces conclusions renforcent l'idée que le bilinguisme joue un rôle important dans le développement des compétences sociocognitives.

Ainsi, au-delà de la théorie de l'esprit, le bilinguisme semble également favoriser des compétences interpersonnelles plus développées, notamment en matière d'empathie et de compréhension des émotions.

2. Empathie et Compétences Interpersonnelles

En plus de la théorie de l'esprit, les bilingues montrent des niveaux élevés d'empathie et de compétences interpersonnelles. Le bilinguisme expose les individus à des cultures et des perspectives variées, ce qui peut enrichir leur compréhension émotionnelle et leur capacité à se mettre à la place des autres. Une étude de de Bot, Lowie, et Verspoor (2007) a révélé que les bilingues étaient plus susceptibles de démontrer une compréhension nuancée des émotions et des contextes sociaux en raison de leur expérience avec des normes culturelles divergentes. L'étude de Bot, Lowie, & Verspoor (2007) a impliqué des participants bilingues et monolingues, bien que l'âge exact et le nombre de participants ne soient pas précisés. Les participants étaient sélectionnés pour représenter différents niveaux de compétence dans leurs langues respectives ainsi que diverses expériences culturelles. Les participants bilingues parlaient couramment l'anglais et le néerlandais. Pour évaluer la compréhension des émotions et des contextes sociaux, les chercheurs ont utilisé une série de tâches et de scénarii. Ces tâches comprenaient des jeux de rôle et des exercices d'interprétation de scénarios sociaux qui simulent des situations émotionnelles et sociales variées. Les participants étaient invités à identifier et à interpréter les émotions exprimées dans des situations complexes et à réagir de manière appropriée aux contextes sociaux décrits. Les résultats ont révélé que les participants bilingues étaient plus susceptibles de démontrer une compréhension nuancée des émotions et des contextes sociaux

que les participants monolingues. Ils ont montré une meilleure capacité à reconnaître et à interpréter des émotions subtiles et des expressions faciales dans des contextes variés, probablement en raison de leur exposition à des normes émotionnelles et sociales différentes à travers leurs langues et cultures. Ils présentent également une meilleure aptitude à adapter leurs réponses émotionnelles en fonction des contextes culturels spécifiques, indiquant une grande sensibilité aux variations dans les normes sociales et émotionnelles.

Des recherches récentes ont mis en évidence que le bilinguisme peut avoir des effets positifs sur le développement socio-émotionnel des enfants. Par exemple, une étude menée par Decety et Holvoet (2021) a présenté à des enfants âgés de 2 ans des vidéos montrant diverses expressions émotionnelles, telles qu'un bébé qui pleure ou qui rit. Les résultats ont montré que les enfants exposés à plusieurs langues étaient plus enclins à faire preuve d'empathie, suggérant que le bilinguisme enrichit leur compréhension émotionnelle et améliore leur capacité à interagir efficacement dans divers contextes sociaux.

Ces résultats mettent en évidence le rôle du bilinguisme dans le développement socioémotionnel, en favorisant une meilleure perception des émotions et une plus grande sensibilité aux variations culturelles. Cette influence ne se limite pas aux aspects cognitifs et émotionnels, mais s'étend également aux interactions sociales, où les compétences interpersonnelles des bilingues peuvent jouer un rôle déterminant.

3. Implications pour les Compétences Sociales

Les compétences interpersonnelles améliorées chez les bilingues ont des implications significatives pour leur intégration sociale et leur succès dans divers environnements sociaux. La capacité à comprendre et à interpréter les émotions et les intentions des autres favorisent des relations plus harmonieuses et des interactions sociales plus efficaces. Les bilingues peuvent également faire preuve d'une meilleure capacité à négocier et à résoudre les conflits en raison de leur exposition à des perspectives multiples et à des stratégies de communication variées (Bialystok, 2007). Dans son étude de 2007, Bialystok a impliqué deux groupes d'enfants : des enfants bilingues parlant couramment l'anglais et le français, l'anglais et l'espagnol, et des enfants monolingues (l'âge exact et le nombre de participants n'a pas été spécifié dans la référence initiale). Les participants étaient sélectionnés pour représenter une variété de

compétences linguistiques et d'expositions culturelles. Dans cette recherche, les participants devaient collaborer avec d'autres pour résoudre des désaccords ou atteindre des objectifs communs. Les tâches mesuraient la manière dont les enfants bilingues et monolingues abordaient les discussions, leur capacité à comprendre les perspectives des autres, et leur efficacité à parvenir à des solutions acceptables pour toutes les parties impliquées. Les résultats de l'étude ont montré que les enfants bilingues étaient généralement plus efficaces dans la négociation et la résolution des conflits que leurs pairs monolingues. Ils étaient plus aptes à considérer et à intégrer plusieurs perspectives culturelles et linguistiques dans leurs stratégies de résolution de conflits. Cette capacité est attribuée à leur expérience avec des normes et des stratégies de communication variées, acquises par la pratique constante de deux langues. Les bilingues utilisaient plus fréquemment des stratégies de communication adaptatives, telles que la reformulation, la médiation, et l'ajustement du ton et du style de communication en fonction des interlocuteurs et des contextes.

En pratique, le bilinguisme favorise une flexibilité cognitive qui permet aux individus de s'adapter plus facilement à différentes perspectives et de trouver des solutions créatives aux problèmes. Les compétences en négociation et en résolution de conflits sont donc renforcées par cette capacité à analyser et à intégrer diverses informations.

Le bilinguisme offre des avantages importants pour le développement socio-émotionnel des individus. Les effets positifs observés dans la théorie de l'esprit, l'empathie, et les compétences interpersonnelles montrent que la maîtrise de deux langues contribue non seulement à la flexibilité cognitive mais aussi à une meilleure compréhension des autres et à une interaction sociale plus réussie. Ces avantages soulignent l'importance d'encourager le bilinguisme dès un jeune âge pour soutenir le développement socio-émotionnel des enfants. Des recherches récentes ont également mis en évidence des bénéfices du bilinguisme chez les adultes (Gallo, & Abutalebi, 2024). Par exemple, une étude menée par des chercheurs de l'Université d'Ottawa (Université d'Ottawa, 2024) a montré que le bilinguisme pourrait favoriser l'efficacité du cerveau, avec une communication fluide entre les régions cérébrales, notamment chez ceux ayant appris une seconde langue dès leur jeunesse. De plus, une étude publiée dans la revue *Bilingualism: Language and Cognition* a révélé que le bilinguisme est associé à une plus grande résilience cérébrale chez les personnes âgées, suggérant des avantages cognitifs durables tout au long de la vie.

Ces résultats soulignent les nombreux bénéfices du bilinguisme sur le développement cognitif et socio-émotionnel, aussi bien chez les enfants que chez les adultes. Cependant, bien que de nombreuses études mettent en évidence ces avantages, il est essentiel d'examiner les limites méthodologiques et les controverses qui entourent ces recherches afin d'avoir une vision plus nuancée des effets du bilinguisme.

VII. Critiques et limites des recherches

Les recherches sur le bilinguisme et ses effets sur les fonctions exécutives ont révélé des avantages potentiels, mais ces études ne sont pas exemptes de critiques. Une des critiques majeures concerne les méthodologies utilisées dans ces études. De nombreuses recherches se basent sur des études transversales, ce qui limite leur capacité à établir des relations causales entre le bilinguisme et les améliorations des fonctions exécutives (Paap & Greenberg, 2013). Les études transversales fournissent des instantanés des données à un moment donné, sans permettre de suivre les changements au fil du temps ou d'étudier les effets longitudinaux du bilinguisme sur le développement cognitif et social.

Une autre critique concerne les variations dans les résultats obtenus à travers différentes études. Certaines recherches, telles que celles de Bialystok (2009) et Martin-Rhee et Bialystok (2008), ont montré que les bilingues surpassent les monolingues dans des tâches exécutives comme l'inhibition et la flexibilité cognitive. Cependant, des études ultérieures ont remis en question ces conclusions, indiquant que les avantages observés peuvent ne pas être aussi universels ou robustes que précédemment supposés (Paap & Greenberg, 2013). Les différences dans les langues étudiées, les tâches utilisées et les caractéristiques des participants peuvent expliquer ces résultats contradictoires.

En outre, la diversité des tâches expérimentales utilisées pour mesurer les fonctions exécutives pose également un problème. Les tâches de mémoire de travail, d'inhibition, et de flexibilité cognitive varient considérablement en termes de complexité et de demande cognitive, ce qui peut influencer les résultats obtenus et leur comparabilité entre les études (Adesope et al., 2010). Cette hétérogénéité rend difficile l'établissement de conclusions cohérentes sur l'impact du bilinguisme sur les fonctions exécutives.

1. Identification des Lacunes dans la Recherche Actuelle et Directions pour les Futures Études

Malgré les contributions significatives à la compréhension des effets du bilinguisme, il existe plusieurs limites dans la recherche actuelle. Tout d'abord, les études ont souvent négligé la variabilité des compétences bilingues. La plupart des recherches ne tiennent pas suffisamment compte des niveaux de compétence et de l'usage quotidien des langues, ce qui peut influencer les résultats. Des études futures devraient inclure des mesures plus précises des compétences linguistiques et de la fréquence d'utilisation des langues pour mieux comprendre comment ces facteurs affectent les fonctions exécutives (Bialystok & Craik, 2010).

De plus, il est nécessaire d'explorer davantage les effets du bilinguisme dans des contextes variés et avec des populations diversifiées. La majorité des études ont été menées dans des contextes occidentaux avec des langues européennes. Il est essentiel d'étudier le bilinguisme dans des contextes non européens et parmi des groupes de populations diversifiées pour évaluer la généralisation des résultats obtenus (Green & Abutalebi, 2013).

Les recherches futures devraient également utiliser des méthodologies longitudinales pour suivre les effets du bilinguisme sur le développement des fonctions exécutives au fil du temps. Les études longitudinales permettraient de mieux comprendre comment les compétences exécutives se développent et changent en réponse à l'expérience bilingue à long terme, en fournissant des preuves plus robustes des effets causaux du bilinguisme (Craik, Bialystok, & Freedman, 2010).

Enfin, il est nécessaire d'explorer les mécanismes sous-jacents qui expliquent comment le bilinguisme influence les fonctions exécutives. Les études devraient intégrer des approches multidimensionnelles (Barac & Bialystok, 2012), y compris des mesures neurocognitives, pour examiner les processus cérébraux associés aux fonctions exécutives et au bilinguisme. Cette approche permettrait d'éclairer les mécanismes précis par lesquels le bilinguisme affecte les capacités cognitives et pourrait conduire à des interventions plus ciblées pour promouvoir les avantages cognitifs du bilinguisme.

Afin de mieux comprendre ces effets, il est essentiel de disposer d'outils précis pour évaluer l'impact du bilinguisme sur les fonctions exécutives. C'est dans cette perspective que les mesures cognitives du bilinguisme jouent un rôle clé, permettant d'analyser les performances des individus à travers différentes tâches évaluant leurs compétences linguistiques et cognitives.

2. Mesures cognitives du bilinguisme

Dans la littérature, la mesure du bilinguisme s'effectue à l'aide de tâches d'identification de niveaux de maîtrise des langues, ainsi que de la vitesse de traitement de l'information dans chacune des deux langues. Trois composantes de mesure importantes ont été relevées : l'épreuve d'inhibition, l'épreuve de rappel immédiat ou rappel par amorçage sémantique.

Les bilingues doivent maintenir une certaine attention pour répondre verbalement ; pour se faire, ils doivent donc activer l'inhibition. Certains auteurs concluent que les bilingues sont plus indépendants des effets du contexte que les monolingues (Finbeiner, Henik & Leiser, 1990). Dans leur recherche, ces mêmes auteurs ont utilisé une tâche de dénomination lexicale par le biais de couleurs d'encre. Des étudiants bilingues ont été sollicités dans cette tâche afin de tester leur capacité d'inhibition du lexique non pertinent et une dénomination d'objet sous forme d'images. Les résultats ont montré que les sujets bilingues obtiennent les mêmes performances dans les deux épreuves. D'autres tests évaluant la mémoire de travail ont été utilisés dont le but est de détecter certaines difficultés ou problèmes altérant les capacités mnésiques.

3. Outils d'évaluation de la mémoire de travail chez le sujet bilingue

Les recherches sur la mémoire de travail seule, en psychologie, sont peu nombreuses, chez les sujets bilingues et la plupart de ces recherches s'intéressent à l'ensemble des fonctions exécutives. Les éléments récurrents dans la recherche sur les avantages du bilinguisme se rapportent essentiellement à la plasticité neuronale et cognitive (Kroll & Bialystok, 2013). Ainsi, le bilinguisme participe activement à ces changements neuronaux et cognitifs (Kroll et Bialystok,
2013), car les deux langues apprises par un bilingue, sont constamment actives « *à un certain degré* ». L'étude de Hoshino et Kroll (2008), a aussi montré qu'il existait une activation constante des deux langues. Au sein de leur recherche, ces auteurs ont utilisé une tâche de dessins en noir et blanc avec des sujets bilingues espagnol-anglais âgés entre 19 et 40 ans. La moitié des dessins représentaient des mots possédant des cognates (mots apparentés : history et historia), et les participants devaient donner le nom de l'image présentée en anglais le plus rapidement possible. Il a été observé qu'effectivement ces sujets étaient très rapides dans leur réponse. Ceci confirme l'activation des deux langues. Une facilitation serait présente dans la performance lorsqu'il s'agit de cognates entre les deux langues chez le locuteur bilingue.

Dans l'étude longitudinale de Service (1992), chez des sujets finlandais âgés de 9 ans et 3 mois en début et de 11 ans et 11 mois en fin d'étude apprenant l'anglais, il a été observé que la mémoire de travail et la dénomination rapide sont de bons prédicteurs de la facilité d'apprentissage d'une seconde langue. Ces études ont montré que les habiletés de traitement de l'information phonologique sont nécessaires dans la prédiction de l'apprentissage de la lecture dans une seconde langue. Dans un même cheminement, Service (1992) ; Durgunoglu et al. (1994) ; Cisero & Royer (1995) ; stipulent que la performance sur plusieurs habiletés de traitement de l'information phonologique dans une langue est prédictive d'un rendement en lecture à long terme dans une autre langue. D'autres études se sont intéressées essentiellement aux capacités cognitives en évoquant l'avantage du bilinguisme. Ces études ont traité cette question par le biais de l'évaluation de fonctions exécutives en se penchant sur l'inhibition qui permet le contrôle attentionnel afin de désactiver la langue non utilisée sur le moment (Bialystok et al., 2004) ainsi que le monitoring. Le monitoring, en tant que fonction exécutive, correspond à la capacité de détecter et de résoudre les conflits cognitifs en surveillant en permanence l'environnement et les processus mentaux. Dans le contexte du bilinguisme, cette fonction joue un rôle important dans la régulation de l'alternance des deux langues, en permettant d'identifier rapidement les interférences entre elles et d'ajuster dynamiquement l'activation de la langue appropriée (Costa et al., 2008).

La tâche de Simon, similaire à la tâche de Stroop, est l'une des tâches les plus utilisées (1963). Elle montre que les sujets sont plus rapidement réactifs lorsqu'il y a un effet de compatibilité entre le stimulus et la réponse. Dans cette tâche, un carré lumineux rouge ainsi qu'un carré lumineux bleu apparaissent à droite ou à gauche de l'écran d'un ordinateur. Lorsque le carré qui apparaît est bleu, il est demandé au participant d'appuyer sur une touche à gauche et lorsque le carré est rouge, le participant doit appuyer sur une touche à droite. Les participants devront se concentrer sur la couleur du carré afin de bien répondre au stimuli. Etant donnée qu'une réponse peut se faire des deux côtés d'un stimulus sur un clavier, l'effet Simon se traduit par le fait, que lorsqu'il y a une tâche dont la réponse apparaît du côté droit de l'écran celle-ci serait plus lente (incompatible) que si le stimulus apparaît sur le côté gauche de l'écran (compatibilité) (voir Figure 17*)*. L'effet Simon, comme exemple dans l'étude des mécanismes de contrôle cognitif, montre que les réponses sont influencées par la correspondance spatiale entre le stimulus et la réponse, même lorsque cette correspondance n'est pas pertinente pour la

tâche. Ce qui détermine les interférences entre les dimensions pertinentes et non pertinentes d'un stimulus.

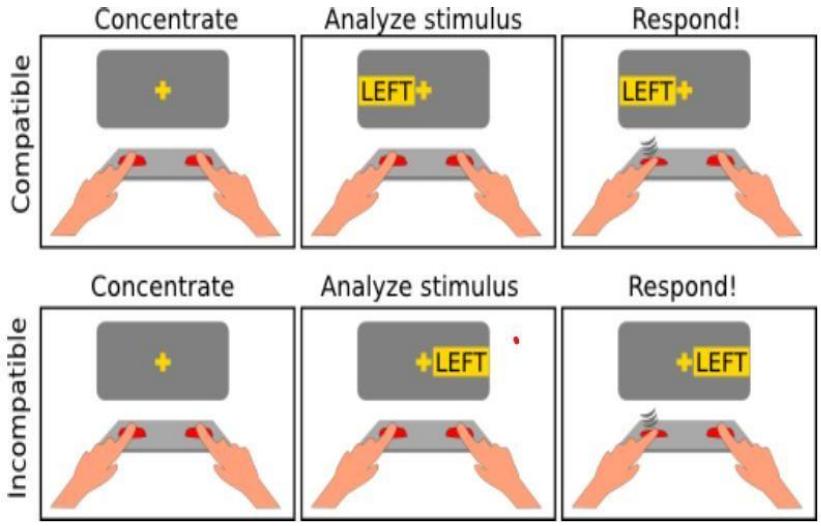


Figure 17
Compatibilité Stimulus-Réponse et Effet Simon

Source: Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). *Auditory S-R compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. Journal of Applied Psychology, 51*(3), 300–304. https://doi.org/10.1037/h0020586

Au sein de cette tâche, les essais congruents sont exécutés plus rapidement que les effets non congruents. De même, Costa et al. (2009) ont utilisé le test de Flanker, une tâche dans laquelle une flèche centrale apparaît sur un écran et doit être orientée à droite ou à gauche. Le participant doit appuyer sur une touche correspondant à la direction indiquée par cette flèche. Si les flèches latérales (ou distractrices) pointent dans la même direction que la flèche centrale, l'essai est dit *congruent*. Toutefois, si elles pointent dans la direction opposée, l'essai est *incongruent*.

Comme dans la tâche de Simon (1963), les participants répondent plus rapidement lors des essais congruents, car aucune interférence cognitive n'est présente. Cette rapidité d'exécution

est comparée à celle des essais incongruents, où un conflit apparaît entre la direction de la flèche centrale et celle des distracteurs, entraînant un temps de réponse plus long.

Outre la tâche de Flanker et la tâche de Simon (1963), plusieurs autres outils de mesure cognitive sont couramment utilisés pour évaluer le contrôle exécutif et la coordination des interférences cognitives chez les monolingues et les bilingues:

- **Tâche de Stroop (Stroop, 1935) :** Mesure l'inhibition cognitive en demandant aux participants de nommer la couleur de l'encre d'un mot, plutôt que de lire le mot lui-même (ex. le mot "rouge" écrit en bleu). Les bilingues ont souvent montré un meilleur contrôle inhibiteur dans cette tâche en raison de leur expérience à gérer des interférences linguistiques.
- **Tâche d'attention soutenue (Continuous Performance Test - CPT, (Rosvold et al., 1956) :** Évalue la capacité à maintenir une attention prolongée et à détecter des stimuli cibles parmi des distracteurs. Les bilingues pourraient bénéficier d'un léger avantage en raison de leur entraînement constant à coordonner plusieurs systèmes linguistiques simultanément.

- **Tâche de mise à jour de la mémoire de travail (N-back Task, (Wayne Kirchner, 1958) :** Exige que les participants se souviennent d'un stimulus présenté N tours plus tôt. Cette tâche peut être de nature verbale (mots, lettres) ou non verbale (figures, sons, emplacements spatiaux). Elle teste la capacité de mise à jour cognitive, essentielle dans la gestion des langues chez les bilingues.
- **Tâche d'alternance cognitive (Trail Making Test - Partie B, (Reitan, 1958)) :** Demandé aux participants d'alterner entre des séquences numériques et alphabétiques en traçant des lignes entre eux (ex. 1 → A → 2 → B, etc.). Cette tâche mesure la flexibilité cognitive et la capacité à passer rapidement d'un ensemble de règles à un autre. Évalue la flexibilité cognitive, souvent améliorée chez les bilingues en raison de leur capacité à passer rapidement d'une langue à l'autre.
- **Tâche de Wisconsin Card Sorting Test (WCST, (David, Grant et Esta Berg, 1948)):** Évalue la capacité à adapter sa stratégie face à des règles changeantes, un aspect central de la flexibilité cognitive. Les bilingues pourraient montrer un avantage en raison de leur habitude à adapter leur langage en fonction du contexte.

Ces outils offrent une perspective plus large sur l'impact du bilinguisme sur les fonctions exécutives, en allant au-delà du simple contrôle inhibiteur pour explorer d'autres dimensions cognitives comme la mémoire de travail et la flexibilité mentale.

VIII. Conclusion du chapitre 4

Les différentes recherches mentionnées précédemment, mettent en évidence l'impact de l'apprentissage des langues sur le fonctionnement cognitif. Comme il a été démontré par Bialystok (2000), les deux langues sont activées chez les locuteurs bilingues, même si celui-ci n'en utilise qu'une seule. A cet effet, le mécanisme de contrôle de l'attention s'active ainsi que la fonction d'inhibition afin de bloquer l'intrusion de la seconde langue et assurer la fluidité de production. La diversité linguistique favorise la flexibilité cognitive et la pensée divergente (Hammers & Blanc, 1983). Ainsi, au-delà de ses effets sur le contrôle attentionnel et la flexibilité cognitive, le bilinguisme s'inscrit dans une perspective plus large où le langage, qu'il soit monolingue ou bilingue, influence profondément les processus cognitifs et sociaux.

Conclusion Générale de la partie théorique

L'étude du langage, qu'il s'agisse de monolinguisme ou de bilinguisme, constitue un domaine de recherche fondamental pour comprendre les mécanismes cognitifs sous-jacents au développement humain. Le langage, en tant qu'outil central de communication, façonne non seulement la manière dont nous interagissons avec les autres, mais également notre façon de percevoir et de comprendre le monde.

Les recherches sur le langage monolingue ont permis de saisir les étapes du développement linguistique chez l'enfant, ainsi que les processus cognitifs qui permettent l'acquisition, la production et la compréhension du langage. Elles ont démontré que les compétences linguistiques sont étroitement liées à d'autres domaines cognitifs tels que la mémoire de travail, les capacités d'attention et les fonctions exécutives. Ce cadre théorique est essentiel pour comprendre les différences cognitives et développementales observées dans les études sur le bilinguisme.

L'étude du bilinguisme, quant à elle, a transformé notre vision des capacités cognitives humaines. Contrairement aux croyances antérieures qui percevaient le bilinguisme comme un

facteur potentiellement perturbateur, les recherches modernes ont montré que la gestion de plusieurs langues renforce certaines capacités cognitives. Les enfants bilingues développent un contrôle exécutif plus fort, notamment dans les domaines de l'inhibition, de la flexibilité cognitive et de la mise à jour de la mémoire de travail. Cette optimisation des fonctions exécutives découle de l'exposition quotidienne à la gestion de deux systèmes linguistiques et à la nécessité constante d'inhiber l'une des langues pour activer l'autre.

Les avantages du bilinguisme s'étendent également au domaine socio-émotionnel. La capacité à naviguer entre des langues et des cultures différentes favorise le développement de la théorie de l'esprit, c'est-à-dire la capacité à comprendre les croyances et les émotions des autres, ainsi qu'une meilleure aptitude à résoudre des conflits sociaux et à faire preuve d'empathie. Ces compétences sont renforcées par l'expérience de négociation et d'adaptation culturelle, caractéristiques de l'expérience bilingue. Cependant, il est important de reconnaître les critiques méthodologiques qui entourent les recherches sur le bilinguisme. Les variations dans les études, notamment en termes de niveaux de compétence dans les langues, de contexte d'acquisition et de statut socio-économique des participants, ont parfois rendu difficile l'interprétation uniforme des résultats. Certaines études n'ont pas toujours pu établir de manière concluante les avantages cognitifs du bilinguisme, soulignant ainsi l'importance d'une plus grande rigueur méthodologique pour les futures recherches.

En conclusion, l'étude du bilinguisme a permis de révéler une facette cruciale du développement cognitif, en montrant que l'utilisation de plusieurs langues peut non seulement enrichir les compétences linguistiques, mais aussi façonner positivement d'autres domaines cognitifs et sociaux. Le bilinguisme, loin d'être une simple juxtaposition de deux systèmes linguistiques, représente un modèle complexe et dynamique d'interaction cognitive, avec des implications significatives pour la régulation de l'attention, la mémoire, la prise de décision et la gestion des interactions sociales. Ces découvertes enrichissent notre compréhension globale du langage et ouvrent des perspectives fascinantes pour la recherche future sur les capacités cognitives humaines.

Section Méthodologique Introduction de la Partie Expérimentale

Cette partie expérimentale va tenter de répondre à la problématique générale de cette thèse, qui cherche à explorer de quelle manière l'apprentissage simultané de deux langues dès la petite enfance influence le développement du fonctionnement exécutif, ainsi que la mémoire de travail des enfants bilingues. Il ne s'agit pas seulement d'interroger un lien possible entre bilinguisme et fonctions exécutives, mais de comprendre comment ce double apprentissage, tel qu'il se déploie au quotidien, façonne les processus cognitifs de ces enfants. En d'autres termes, la question posée est la suivante : l'apprentissage simultané de deux langues influence-t-il le développement du fonctionnement cognitif des enfants bilingues, et si oui, quels mécanismes cognitifs spécifiques sont mobilisés dans ce contexte ?

Cette problématique vise à dépasser les constats généraux en examinant de manière spécifique les effets du bilinguisme simultané sur certaines fonctions cognitives, telles que l'inhibition, la flexibilité mentale, les processus de catégorisation, ainsi que sur les deux composantes de la mémoire de travail : la mémoire auditivo-verbale et la mémoire visuo-spatiale.

D'un point de vue exploratoire, l'étude présente vise à démontrer que cette exposition simultanée aux normes culturelles et linguistiques divergentes favorise l'émergence de stratégies cognitives plus complexes et nuancées, influençant la manière dont les bilingues récupèrent et traitent l'information. Il s'agit d'aller au-delà des hypothèses classiques sur le bilinguisme pour comprendre comment ces enfants parviennent à naviguer entre deux systèmes de référence linguistiques et culturels, et comment cette flexibilité affecte leur raisonnement et leur capacité à s'adapter à des contextes changeants.

Dans ce cadre, les travaux de Pascual-Leone (1984) sur la maturation cognitive ont guidé cette recherche dans le choix de l'âge des participants. Son modèle théorique souligne l'importance de la maturation progressive des fonctions cognitives à des âges spécifiques, notamment entre 6 et 12 ans, période au cours de laquelle la capacité mentale (ou M-space) augmente régulièrement. Selon lui, les enfants peuvent traiter un nombre croissant de schèmes mentaux

simultanément à mesure qu'ils grandissent, passant d'une capacité de traitement de 3 unités vers l'âge de 6-7 ans, à environ 5 unités vers 11-12 ans. Cette évolution graduelle reflète un développement progressif de la capacité à coordonner plusieurs opérations mentales, condition essentielle pour des fonctions exécutives comme l'inhibition, la flexibilité ou la mémoire de travail. De plus, les recherches de Clément (2009) sur le raisonnement et les stratégies de récupération d'information ont été déterminantes afin d'évaluer comment ces enfants bilingues utilisent des stratégies spécifiques pour accéder à leurs connaissances dans un cadre biculturel. Ce cadre théorique met en lumière la façon dont les bilingues peuvent mobiliser des modes de pensée plus flexibles et contextuels pour naviguer entre deux systèmes linguistiques et culturels, favorisant ainsi une approche plus dynamique de la résolution de problèmes et du traitement de l'information. Afin de tester ces hypothèses, plusieurs facteurs reconnus pour influencer l'expérience bilingue ont été pris en compte, souvent négligés dans les études antérieures. En effet, au-delà de la simple maîtrise de deux langues, des variables telles que le niveau socio-économique, l'âge d'acquisition des langues, la fréquence d'utilisation de chaque langue, ainsi que le niveau de compétence linguistique dans chacune d'elles ont été systématiquement recueillies à l'aide d'un questionnaire détaillé administré aux parents et/ou aux enfants. À partir de ces informations, une catégorisation des participants a été réalisée selon des profils bilingues distincts, définis sur la base de critères empiriques combinant notamment : (1) l'âge d'acquisition des deux langues (précoce vs. tardif), (2) la dominance linguistique (équilibrée vs. dominante dans une langue), et (3) le contexte d'usage (familial, scolaire, communautaire). Cette typologie a permis d'affiner les analyses statistiques en intégrant ces variables en tant que facteurs ou co variables dans les modèles utilisés, afin de contrôler leur effet potentiel sur les performances cognitives mesurées. L'intégration de ces dimensions vise à mieux comprendre comment le contexte social et culturel façonne le développement de certaines capacités cognitives spécifiques, notamment les fonctions exécutives telles que l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité mentale, mais aussi la capacité à mobiliser des stratégies de récupération de l'information dans un environnement biculturel. En tenant compte de ces aspects contextuels, cette étude cherche à préciser les conditions dans lesquelles le bilinguisme influence positivement ou non le développement cognitif.

Sur le plan méthodologique, les outils utilisés s'inspirent de ceux mobilisés dans des études antérieures portant sur les fonctions exécutives chez les enfants bilingues, notamment :

– le **test de Stroop** (Stroop, 1935 ; Bialystok, 1999), utilisé pour évaluer l'inhibition cognitive,

– les **cubes de Corsi** (Corsi, 1972 ; Kessels et al., 2000), permettant de mesurer la mémoire de travail visuo-spatiale,

– et la **fluence verbale** (Troyer, Moscovitch & Winocur, 1997), souvent utilisée pour évaluer la flexibilité mentale et l'accès lexical.

Les tests classiques d'évaluation des fonctions exécutives, tels que les épreuves de mémoire de travail et d'inhibition, ont été adaptés pour mieux rendre compte des spécificités des enfants bilingues et biculturels. Dans le domaine de la psychologie cognitive, effectivement, l'étude des empans mnésiques (simple et complexe) permet d'évaluer deux aspects fondamentaux de la mémoire : la mémoire à court terme (MCT) et la mémoire de travail (MDT). Les empans simples mesurent la quantité limitée d'informations pouvant être retenue en mémoire à court terme pour une période d'environ 30 secondes, sans interférence d'une autre tâche cognitive. Ces épreuves, comme l'empan de chiffres ou l'empan spatial, consistent à mémoriser une série d'items (chiffres, mots, positions spatiales, etc.) sans autre exigence cognitive. Le sujet doit se concentrer uniquement sur la rétention des informations, comme l'indiquent les travaux pionniers de Jacobs (1887).

Cependant, les empans complexes exigent une double tâche impliquant à la fois le stockage et le traitement de l'information, sollicitant ainsi l'administrateur central de la mémoire de travail (Gathercole et al., 2004). Ces tâches sont considérées comme des évaluations plus représentatives de la MDT que les empans simples, qui mesurent principalement la mémoire à court terme. Les premières tâches d'empan complexe, comme l'empan de lecture (Daneman & Carpenter, 1980) et l'empan d'écoute, ont été développées pour évaluer la capacité à manipuler et à retenir simultanément des informations de nature verbale, telles que des phrases ou des suites de mots. D'autres variantes, comme l'empan de comptage (Case et al., 1982), testent la capacité des enfants à compter des éléments visuels (par exemple, des cercles ou des étoiles apparaissant à l'écran) tout en mémorisant simultanément le nombre total d'éléments comptés pour chaque ensemble présenté. Cette double tâche permet ainsi d'évaluer à la fois les capacités de traitement (le comptage) et de stockage (la rétention des quantités), mobilisant les ressources de la mémoire de travail. Ces tâches, bien que plus exigeantes, fournissent des indices importants sur la flexibilité cognitive et la coordination des ressources attentionnelles,

notamment chez les enfants en développement, les bilingues et les populations présentant des troubles de l'apprentissage.

La différence majeure entre ces deux types d'empans réside dans la complexité des processus cognitifs mobilisés. Les tâches d'empan complexe sont souvent plus difficiles à réaliser, car elles requièrent une alternance entre phases de mémorisation et phases de traitement, ce qui peut éloigner l'attention des informations à retenir. Chez les jeunes enfants, la difficulté des empans complexes peut s'expliquer par une immaturité des mécanismes cognitifs impliqués, en particulier l'inhibition, la mise à jour et le contrôle attentionnel. Des travaux ont confirmé que ces fonctions se développent progressivement au cours de l'enfance (Best & Miller, 2010 ; Cowan et al., 2005 ; Henry, 2012), ce qui impacte directement la performance aux tâches de mémoire de travail complexes.

Ces considérations ont guidé le choix des épreuves cognitives utilisées dans cette thèse afin d'évaluer les bénéfices du bilinguisme sur la mémoire de travail. Parmi ces épreuves, les cubes de Corsi ont été retenus, car il s'agit d'une tâche d'empan simple évaluant les capacités spatiales, sans exigence supplémentaire de traitement parallèle. De plus, des tâches comme la fluence verbale et le Stroop permettent de tester les capacités d'inhibition et de flexibilité cognitive, tandis que l'épreuve ou le subtest de mémoire de travail du WISC-V apporte une évaluation plus complète des fonctions exécutives et de la capacité à manipuler des informations en mémoire. Ces choix permettent d'examiner les hypothèses de cette recherche, à savoir que le bilinguisme pourrait améliorer non seulement les performances de la mémoire de travail, mais aussi les processus cognitifs associés comme la flexibilité et l'inhibition, qui permettent respectivement aux individus bilingues de s'adapter à des changements de règles ou de contextes, et de résister aux interférences ou aux réponses inappropriées.

Ainsi, cette partie expérimentale vise à explorer comment le bilinguisme façonne le fonctionnement cognitif, avec un accent particulier sur la manière dont ces enfants naviguent entre deux mondes culturels et linguistiques. Cette approche, qui prend en compte à la fois les limites des recherches antérieures et les perspectives qu'elles offrent, devrait permettre de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à la flexibilité cognitive des enfants bilingues et d'offrir de nouvelles pistes méthodologiques pour de futures études.

Sur le plan expérimental, cette thèse repose sur trois études visant à comparer des aspects spécifiques du développement cognitif chez des enfants monolingues francophones et des enfants bilingues. Ces expérimentations se composent chacune de deux parties distinctes. Une première partie sollicitant deux groupes d'enfants monolingues et bilingues parlant d'autres langues en plus du français, et une deuxième partie se centrant sur la comparaison d'enfants monolingues francophones et d'enfants bilingues arabo-francophones. Les participants de ces recherches sont âgés de 6 à 10 ans (groupe 1 : 6 à 7 ans et 11 mois ; groupe 2 : 8 à 10 ans et 11 mois), ainsi qu'un auto-questionnaire destiné aux parents des enfants participants. L'ensemble des expérimentations a été réalisé dans trois structures distinctes. La première est l'école élémentaire Cachin à Neuillysur-Marne (Seine-Saint-Denis), une école élémentaire publique dont le niveau socio-économique des élèves est considéré comme moyen. La deuxième structure est l'école élémentaire publique Jules Verne, également située à Neuilly-sur-Marne, et présentant un profil socio-économique comparable à celui de l'autre école. Enfin, la troisième structure est le centre culturel AGIR à Rosny-sous-Bois, une association culturelle et cultuelle proposant diverses activités éducatives et extrascolaires, telles que l'apprentissage de l'arabe à différents niveaux, des cours de français pour adultes non francophones, des séances d'alphabétisation, l'apprentissage du Coran, du soutien scolaire, ainsi que des sorties et séjours pour les enfants.

Dans le cadre de cette thèse, un total de 161 participants bilingues a été sollicités pour explorer les relations entre bilinguisme, représentations linguistiques et performances cognitives. Parmi ces participants, un groupe spécifique de locuteurs bilingues (31.1%) parlant l'arabe a été extrait pour approfondir l'analyse des particularités linguistiques et culturelles propres à cette population. Les 161 participants initiaux se répartissent selon divers niveaux scolaires (voir Figure 19), reflétant une diversité linguistique et culturelle significative. Cette richesse linguistique offre un cadre multiculturel idéal pour examiner les interactions entre le bilinguisme et les mécanismes cognitifs, tels que la mémoire de travail et la flexibilité cognitive. Les participants, issus de contextes sociolinguistiques variés, ont ainsi contribué de manière significative aux analyses développées dans cette recherche. Les langues parlées par les participants de cette étude appartiennent à différentes familles linguistiques, reflétant la richesse et la diversité culturelle de l'échantillon. Ces langues se regroupent en plusieurs grandes familles : les langues afro-asiatiques (31 %), nigéro-congolaises (14 %), indo-européennes (23 %), et sino-tibétaines (7 %). D'autres familles, telles que les langues dravidiennes (11 %),

austronésiennes (4 %), altaïques (3 %), ouraliennes (1 %), et des langues isolées comme le japonais (1 %) ou le comorien (2 %), témoignent de la variété des contextes linguistiques. Cette diversité permet d'explorer les interactions entre le bilinguisme et les mécanismes cognitifs dans un cadre véritablement multiculturel et multilingue. La classification en familles de langues offre une perspective supplémentaire pour analyser l'impact des structures linguistiques sur les capacités cognitives étudiées.

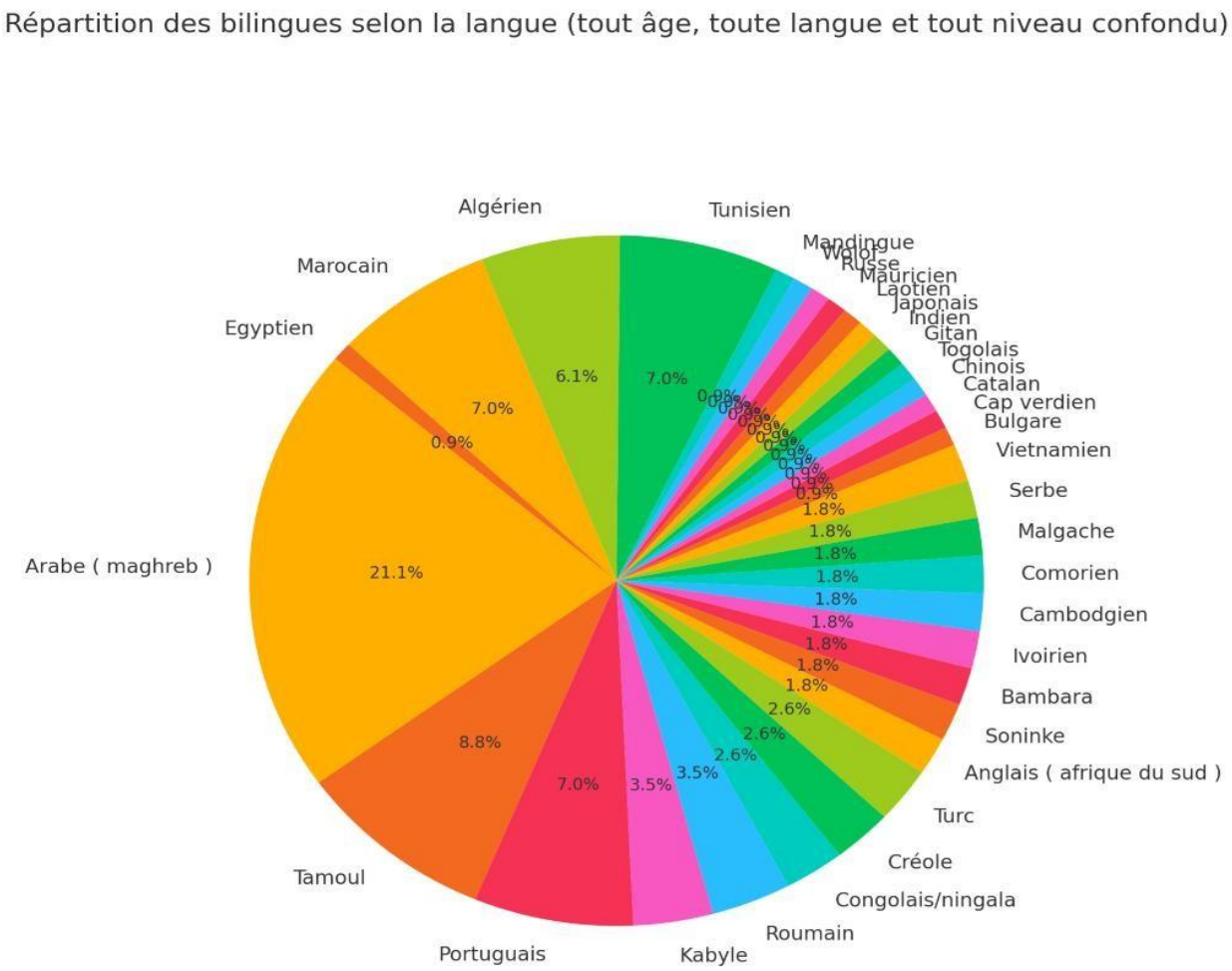


Figure 18

Répartition des participants bilingues (tout âge, tout niveau scolaire) selon la 2nd langue Note. Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette thèse.

La répartition des langues parlées par les enfants par niveau scolaire est illustrée dans la Figure 19

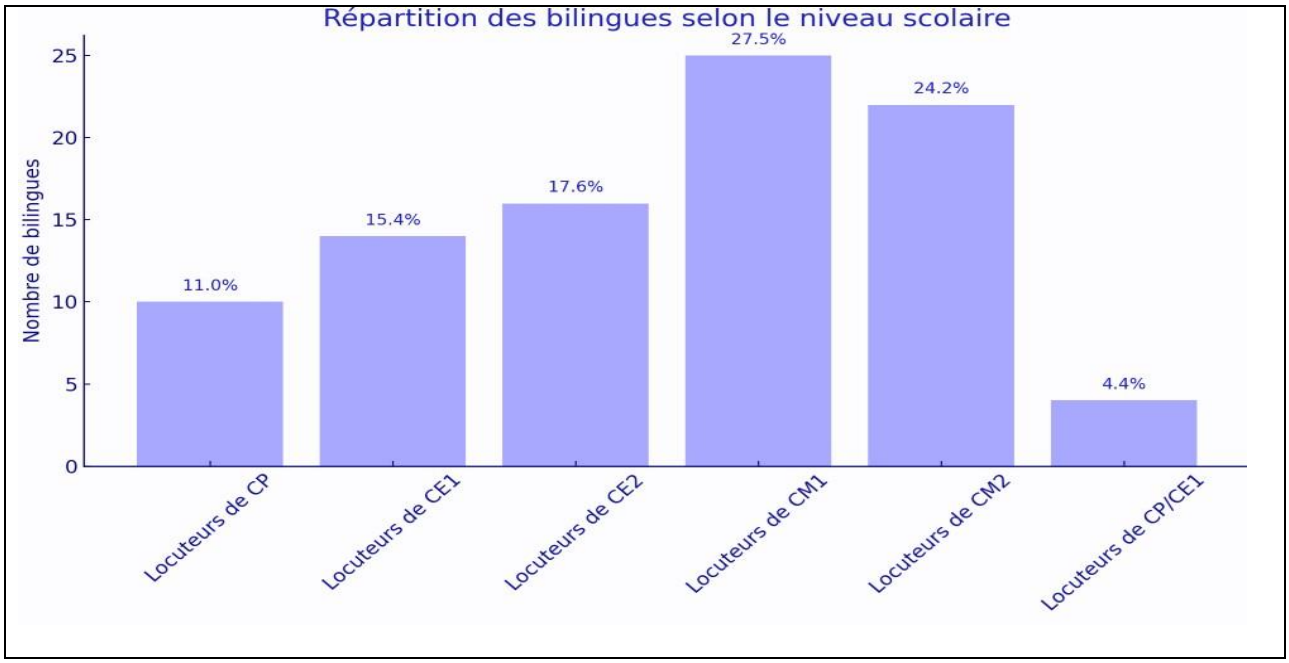


Figure 19

Répartition des bilingues en fonction du niveau scolaire (CP, CE1, CE2, CM1, CM2). Note. Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette thèse.

Les locuteurs de CP/CE1 ont été isolés des autres niveaux car ils appartiennent à une classe de double niveau, ce qui constitue un contexte d'apprentissage spécifique pouvant influencer leur exposition linguistique et leur développement cognitif.

Les critères d'inclusion garantissent que les participants ne présentent aucun trouble visuel, auditif, neurologique, psychologique ou du langage. Avant le déroulement de l'expérience, toutes les informations concernant les objectifs et la description de la méthodologie de l'étude ont été fournies à l'inspecteur de la circonscription, aux parents et aux enseignants. Les consentements éclairés ont été obtenus auprès des parents, qui ont approuvé et signé les autorisations nécessaires pour permettre la participation de leurs enfants aux différentes épreuves cognitives, ainsi que l'accord et une convention établie entre l'inspection de la circonscription de Neuilly Sur Marne-Neuilly- Plaisance et l'école doctorale. Les démarches administratives ont été menées conformément aux procédures éthiques en vigueur, notamment

celles établies par le Comité d'Éthique de la Recherche (CER), en accord avec les principes énoncés dans la Déclaration d'Helsinki (2013) et les recommandations du Code de déontologie des psychologues. L'obtention du consentement éclairé des participants et de leurs représentants légaux a été respectée, garantissant leur droit à l'information, à la confidentialité et au retrait à tout moment de l'étude sans conséquence.

L'information sur l'âge d'acquisition, la fréquence d'utilisation des langues, ainsi que le niveau de compétence linguistique a été recueillie afin de confirmer que les participants avaient été exposés à leur seconde langue dès la naissance ou même avant celle-ci dans leur environnement familial, et ne l'avaient donc pas apprise de manière formelle ou scolaire, mais acquise de façon naturelle dans un contexte quotidien bilingue.

Variables indépendantes et dépendantes

Dans l'ensemble des études expérimentales, les variables indépendantes principales sont : (1) le groupe linguistique (bilingue vs monolingue) et (2) la tranche d'âge (6 ans à 7 ans et 11 mois vs 8 ans à 10 ans et 11 mois). Selon les études, une variable de profil bilingue a été considérée (bilinguisme « langues variées » vs bilinguisme franco-arabophone). Les variables dépendantes correspondent aux performances aux tâches : temps de réalisation et erreurs (inhibition), indices et mesures issues des tâches de flexibilité (fluence), et scores de mémoire de travail (visuo-spatiale et auditivo-verbale). Les analyses statistiques ont été sélectionnées afin de tester les hypothèses formulées pour chaque étude, en examinant les différences de performance entre groupes linguistiques, à âge équivalent.

Procédure

La première étude expérimentale consiste en la passation de l'épreuve de Stroop (Stroop, 1935). L'utilisation du paradigme Stroop dans le cadre de cette étude revêt une importance significative en ce qu'elle permet d'explorer les mécanismes de traitement cognitif liés à la résolution de conflits entre des informations concurrentes, une question centrale en psychologie expérimentale et cognitive. Plus précisément, cette recherche s'attache à examiner les performances en temps de réaction et en taux d'erreurs des enfants bilingues et monolingues dans l'épreuve de Stroop, en vue de comprendre les influences potentielles du bilinguisme sur les processus de contrôle inhibiteur, de flexibilité cognitive et d'attention sélective. Le choix

d'étudier les enfants bilingues et monolingues s'inscrit dans une perspective comparative qui vise à éclairer les variations possibles dans la manière dont ces deux groupes linguistiques traitent les informations conflictuelles, ce qui peut à son tour fournir des insights précieux sur le développement cognitif chez les enfants exposés à des environnements linguistiques diversifiés. Cette démarche de comparaison repose sur la prémisse que l'apprentissage et l'utilisation simultanée de deux langues différentes peuvent exercer des pressions particulières sur les mécanismes cognitifs, induisant des adaptations spécifiques qui se manifestent dans les performances de ces enfants au sein du paradigme Stroop. Cette étude s'inscrit donc dans la continuité de recherches antérieures (Abdelgafar & Moawad, 2014) visant à éclairer les relations complexes entre le bilinguisme et les fonctions exécutives chez les enfants, ainsi qu'à contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes sous-jacents à la résolution de conflits dans le contexte d'un environnement linguistique bilingue ou monolingue.

La seconde étude, repose sur l'analyse des performances verbales évaluées à partir de l'épreuve de fluence lexicale et de l'épreuve de fluence catégorielle (Cardelat et al., 1990), qui sollicitent la production spontanée de mots à partir de contraintes sémantiques différentes, offrant une fenêtre d'observation pertinente pour évaluer la flexibilité cognitive, les processus stratégiques de récupération de mots en mémoire sémantique, la maîtrise lexicale et la résolution de conflits conceptuels chez les jeunes apprenants. Le choix de comparer les performances des enfants bilingues et monolingues dans ces deux épreuves repose sur une démarche comparative visant à mieux comprendre comment l'environnement linguistique peut influencer le développement des compétences verbales et cognitives. Les enfants bilingues, exposés à deux langues dans leur quotidien, sont susceptibles d'être confrontés à des défis particuliers en ce qui concerne la recherche et la production lexicale, en raison de la nécessité de jongler deux systèmes linguistiques en parallèle. Les enfants monolingues, n'ont quant à eux qu'une seule langue à maîtriser. Par conséquent, cette étude présente, offre l'opportunité de distinguer les processus cognitifs, tels que l'accès lexical, l'inhibition des interférences inter linguistiques et la flexibilité cognitive, qui interviennent dans la production lexicale chez ces deux groupes de locuteurs linguistiques, tout en contribuant à notre compréhension des adaptations cognitives potentielles qui se manifestent au sein d'un environnement bilingue et monolingue. Ces investigations s'inscrivent dans la lignée de recherches antérieures (Luo, Luk & Bialystok, 2010) qui ont exploré les implications du bilinguisme sur le développement langagier et cognitif

des enfants, tout en élargissant notre connaissance des mécanismes sous-tendant la production lexicale et la flexibilité conceptuelle chez les jeunes enfants.

La troisième étude expérimentale s'articule autour de deux tâches expérimentales qui rendent compte des potentielles différences en termes de mémoire de travail entre les enfants bilingues et les monolingues. La première tâche étudie les conditions directe et indirecte de l'épreuve des blocs de Corsi (Corsi, 1972 ; Milner, 1971), afin de comparer les performances mnésiques visuo-spatiales entre les enfants bilingues et les enfants monolingues d'une part. Et d'autre part, pour mieux se représenter les caractéristiques du fonctionnement cognitif supposé dans la réussite de la tâche de Corsi, l'étude s'est focalisée sur l'analyse de la nature des erreurs aux conditions « directe » et « indirecte » de l'épreuve des cubes de Corsi, en se s'appuyant sur le modèle de Newell et Simon (1972). Le modèle en question, se concentre sur la manière dont les individus résolvent les problèmes, en examinant comment l'information est traitée à différentes étapes du processus de résolution de problèmes. Ce processus mentionne « un cadre d'analyse de l'espace problème » qui est la représentation mentale de toutes les informations pertinentes liées à un problème donné. Ce modèle permet de comparer comment différents individus, entre autres appliqué à cette étude, comment les bilingues et les monolingues peuvent résoudre différents types de problèmes. Cela signifie qu'il peut étudier les stratégies de résolution de problèmes et identifier des schémas communs ou des différences entre les profils cognitifs des bilingues et des monolingues. La deuxième tâche consiste à mesurer, via le subtest de quoi ? la mémoire de travail auditivo-verbale du WISC-V (Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants âgé de 6 à 16 ans, 2016), qui permet d'évaluer la mémoire de travail (MT) ainsi que l'indice de mémoire de travail (IMT). L'objectif de ce deuxième test est d'explorer et de consolider nos conclusions sur les mécanismes sous-jacents à la mémoire de travail visuo-spatiale chez les enfants bilingues et monolingues. Effectivement, l'intégration du subtest de Mémoire de Travail Auditivo-Verbale, vise à élargir la portée de l'investigation en incluant une évaluation de la mémoire de travail verbale, mettant ainsi en perspective les performances des enfants dans les deux domaines. Cette approche comparative s'avère nécessaire pour déterminer si les mêmes tendances ou différences de stratégie de récupération de l'information en mémoire de travail se manifestent chez les enfants bilingues et monolingues, quelle que soit la modalité (visuelle ou verbale) de traitement de l'information. En outre, elle permettra de mieux saisir la manière dont le bilinguisme peut influencer les capacités de mémoire de travail dans des

contextes où la dimension verbale joue un rôle prépondérant, offrant ainsi une vision plus globale et nuancée du développement de la mémoire de travail et des stratégies de récupération d'information en MT chez les jeunes enfants apprenants.

Enfin un auto-questionnaire a été distribué aux parents des enfants participants de l'étude dans le but de recueillir des informations détaillées sur le profil linguistique et socio-environnemental de l'enfant, incluant notamment l'âge d'exposition à chaque langue, la fréquence d'utilisation de ces langues dans différents contextes (familial, scolaire, social), ainsi que le niveau de scolarité et le statut socio-économique des parents. L'intégration d'un auto-questionnaire à l'étude s'est avérée essentielle pour approfondir notre compréhension des facteurs environnementaux qui peuvent influencer les performances des enfants dans les différentes tâches expérimentales. En effet, les performances aux épreuves cognitives ne dépendent pas uniquement de mécanismes internes, mais peuvent également être influencées par des facteurs contextuels tels que l'exposition linguistique, l'âge d'acquisition de la seconde langue chez les enfants bilingues, le niveau socio-économique, ou encore la fréquence d'usage de cette seconde langue, le statut socio-économique, ou encore l'importance de l'utilisation de la seconde langue. Le recueil d'information via l'auto-questionnaire complété par auprès des parents a permis d'identifier ces variables potentiellement influentes et de déterminer s'il existe un lien significatif entre ces facteurs environnementaux et les performances cognitives chez les enfants. Cette approche complémentaire nous permettra d'obtenir une image plus holistique et précise de la manière dont les caractéristiques de l'environnement peuvent influencer et interagir avec les compétences cognitives des enfants et influencer les différences observées entre les groupes bilingues et monolingues.

Le choix d'adopter une perspective comparative entre les performances cognitives, ainsi que les stratégies de récupération de l'information en MT des enfants bilingues et monolingues, en examinant les différences d'accès lexical, de mémoire de travail et de flexibilité cognitive à travers deux groupes d'âge distincts, à savoir les enfants âgés de 6 à 7 ans et 11 mois, ainsi que ceux âgés de 8 à 10 ans et 11 mois, est fondé sur une démarche théorique enracinée dans le modèle multidimensionnel de Pascual-Léone (1978). Cette démarche vise à investiguer comment l'âge influe sur les écarts cognitifs entre les deux groupes, en accord avec les préceptes de ce modèle conceptuel. En effet, le modèle de Pascual-Léone (1978) postule que les individus passent d'un stade de développement à un autre en transcendant leurs schèmes cognitifs

précédents. Dans ce contexte, cette sélection d'âge reflète des périodes critiques où les enfants sont susceptibles de développer de nouveaux schèmes cognitifs permettant une compréhension plus sophistiquée et un contrôle plus efficace des fonctions exécutives. Par conséquent, cette étude a pour dessein d'analyser les variations dans les performances cognitives, en tenant compte du statut linguistique des participants, à mesure qu'ils progressent dans leur développement. Cette approche permettra de comprendre comment le bilinguisme peut interagir avec les processus cognitifs au fil du temps, ainsi que déterminer si les disparités observées entre les bilingues et les monolingues s'accroissent significativement avec l'âge. Dans cette perspective, l'objectif est de fournir des éclaircissements substantiels sur la dynamique complexe entre le bilinguisme et le développement cognitif chez les enfants, tout en étayant les implications théoriques du modèle de Pascual-Léone (1978) dans le contexte spécifique de cette étude.

Dans une seconde phase de chaque étude expérimentale, la recherche a ciblé spécifiquement les enfants bilingues arabo-francophones. Cette distinction a été introduite pour approfondir la compréhension des effets des caractéristiques linguistiques distinctes sur les performances cognitives, en tenant compte du contexte sociolinguistique particulier du département où l'étude a été réalisée, lequel, et où l'arabe est largement utilisé comme seconde langue. Cette approche a permis de mettre en lumière les nuances des compétences cognitives en fonction des particularités linguistiques et de mieux contextualiser les résultats obtenus dans un cadre bilingue spécifique. Le choix des hypothèses formulées dans cette étude repose sur un ensemble de fondements théoriques et empiriques issus des recherches en psychologie cognitive et en neurosciences du bilinguisme. De nombreuses études antérieures (Bialystok et al., 2004, 2009 ; Abutalebi et al., 2012) ont mis en évidence le rôle du bilinguisme dans le développement des fonctions exécutives, en particulier en ce qui concerne l'inhibition, la flexibilité cognitive et la mémoire de travail. L'alternance constante entre deux langues nécessite une régulation cognitive soutenue, qui pourrait favoriser un meilleur contrôle des interférences et une plus grande efficacité dans le traitement de l'information. De plus, le modèle multidimensionnel de Pascual-Léone (1978) postule que la maturation cognitive s'accompagne de la consolidation progressive des fonctions exécutives, justifiant ainsi l'examen de différences intergroupes selon l'âge des participants. Par ailleurs, les recherches de Gathercole et al. (2004) et Morales et al. (2013) suggèrent que la mémoire de travail, fortement sollicitée dans les tâches bilingues, comme le passage fréquent d'une langue à l'autre (switching), la sélection lexicale appropriée

selon le contexte, ou encore la suppression d'interférences liées à la langue non utilisée, pourrait bénéficier de cette pratique langagière régulière, soutenant ainsi l'hypothèse d'un avantage bilingue dans ce domaine.

Enfin, les travaux de Verhagen & Leseman (2016) soulignent l'influence de l'environnement sociolinguistique sur les performances cognitives des enfants bilingues, rendant pertinent l'examen des effets contextuels sur le développement des capacités exécutives. Ainsi, les hypothèses avancées s'inscrivent dans une perspective intégrative, visant à mieux comprendre comment le bilinguisme module les processus cognitifs à travers des facteurs développementaux, linguistiques et environnementaux.

Enfin, l'objectif de ces différentes études est de fournir des réponses aux interrogations suivantes:

1. Quelles sont les différences observables entre les enfants bilingues et monolingues en ce qui concerne le développement et stratégie d'utilisation des fonctions exécutives (traitement de l'information, inhibition, flexibilité cognitive), et quels mécanismes pourraient expliquer ces variations ?

2. Dans quelle mesure le bilinguisme influence-t-il le développement des performances et des mécanismes sous-jacents de la mémoire de travail, qu'elle soit visuo-spatiale ou verbale, chez les enfants ?

3. Les profils et stratégies cognitifs émanés sont-ils similaires ou différents selon le contexte d'apprentissage des langues ?

4. Enfin, dans quelle mesure les caractéristiques de l'environnement sociolinguistique (richesse de l'exposition, valorisation des langues, soutien éducatif) modulent-elles les performances cognitives des enfants bilingues ?

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS. Conformément au plan expérimental, les comparaisons intergroupes (enfants bilingues vs monolingues) ont été effectuées au moyen de tests t de Student pour échantillons indépendants (p

bilatéral). Les analyses ont été conduites séparément selon les tranches d'âge (6 ans à 7 ans et 11 mois ; 8 ans à 10 ans et 11 mois), et, lorsque pertinent, selon les profils bilingues étudiés (langues variées vs franco-arabophones). Le seuil conventionnel de significativité a été fixé à $p < .05$. Dans l'étude contextuelle (questionnaire parental), des corrélations (coefficient r de Pearson) ont été calculées afin d'examiner les associations entre variables linguistiques, cognitives et socioculturelles.

Afin de mieux caractériser la population et de limiter les biais de sélection, des informations socio-démographiques et sociolinguistiques ont été recueillies auprès des familles via un questionnaire parental (voir Annexe). Ce questionnaire permettait notamment de documenter le niveau d'éducation et la profession des parents, certains éléments du contexte familial, la/les langue(s) parlée(s) au domicile, la langue dominante, ainsi que des éléments relatifs à l'histoire d'acquisition et à la fréquence d'usage des langues. Ces informations ont été utilisées pour apparier les groupes bilingues et monolingues au plus près, en contrôlant prioritairement l'âge et, lorsque possible, des indicateurs du contexte socio-économique et socioprofessionnel.

Etude Expérimentale 1 : Comparaison des mécanismes d'inhibition chez les enfants bilingues et monolingues

Cette première étude constitue, à notre connaissance, la première recherche combinant une analyse quantitative globale des performances des enfants monolingues et bilingues âgés de 6 à 11 ans et une analyse qualitative individuelle lors de l'épreuve du Stroop Victoria. Cette double approche a permis d'évaluer les capacités inhibitrices des participants en tenant compte de la variabilité linguistique. En particulier, nous avons examiné les performances des enfants bilingues de diverses langues, puis spécifiquement des enfants arabo-francophones, afin de mettre en lumière l'impact des caractéristiques linguistiques distinctes et du contexte sociolinguistique sur les capacités cognitives. Cette étude novatrice apporte ainsi une contribution significative à la compréhension des interactions entre le bilinguisme, les processus cognitifs et le développement de l'enfant.

I. Objectifs et hypothèses de l'étude

Cette première étude a cherché à explorer les différences à l'interférence par l'effet Stroop entre les sujets bilingues et les sujets monolingues. Cet effet se traduit par la nécessité d'inhiber une tâche cognitive afin de traiter une seconde tâche (Stroop 1935). Il s'agit par l'inhibition d'une fonction cognitive de haut niveau, indispensable au bon fonctionnement de l'individu dans la vie quotidienne (Colette et al., 2005). Cette fonction permet d'empêcher que les informations non pertinentes ne soient maintenues en mémoire de travail, au risque de surcharger la capacité de stockage, mais aussi d'empêcher la production d'une réponse automatique lorsqu'il est demandé de produire une réponse non automatique (Seron et Van der Linden, 2000). Dans ce cadre, plusieurs études ont suggéré que les individus bilingues pourraient présenter un avantage dans les tâches nécessitant un contrôle inhibiteur renforcé (Bialystok et al., 2004 ; Green, 1998). En effet, le bilinguisme requiert une régulation continue entre deux systèmes linguistiques, impliquant une inhibition fréquente de la langue non utilisée et une sélection active de la langue-

cible. Cette régulation quotidienne mobilise les mêmes mécanismes exécutifs que ceux sollicités par l'effet Stroop, notamment l'inhibition des interférences et la flexibilité cognitive. Ainsi, si le bilinguisme entraîne une sollicitation répétée de ces processus cognitifs, il est possible qu'il conduise à une amélioration de l'efficacité du contrôle inhibiteur dans des tâches non langagières, comme l'épreuve de Stroop.

Dans la mesure où l'objectif général est de préciser la nature des capacités inhibitrices chez les enfants, nous nous sommes plus particulièrement appuyés sur les erreurs commises en analysant le fonctionnement cognitif des sujets de manière qualitative à l'aide de la méthodologie des analyses de protocoles individuels. Un objectif plus spécifique est d'essayer d'établir un profil comportemental d'erreurs propre aux groupes d'enfants monolingues et bilingues, en mettant en évidence les différences potentielles en termes de contrôle inhibiteur et de flexibilité cognitive dans l'exécution des tâches entre ces deux groupes. Cette approche permettrait de mieux comprendre comment les compétences inhibitrices sont modulées par le bilinguisme et les caractéristiques linguistiques spécifiques, ainsi que l'implication d'une seconde fonction, la flexibilité mentale, contribuant ainsi à une compréhension approfondie des effets cognitifs du bilinguisme chez les enfants. Ces questions découlent directement des objectifs méthodologiques et théoriques de cette étude. La première interrogation vise à préciser les critères d'évaluation de la performance des enfants à l'épreuve du Stroop Victoria, un outil largement utilisé pour mesurer le contrôle inhibiteur. Il est essentiel d'identifier des indicateurs pertinents permettant de quantifier la réussite à cette tâche et d'en assurer une interprétation rigoureuse. Une telle démarche permet de mieux comprendre la variabilité interindividuelle et d'établir une comparaison objective entre les groupes monolingues et bilingues. La seconde question repose sur l'hypothèse selon laquelle les indices d'interférence constituent un marqueur fiable du contrôle inhibiteur (Bialystok et al., 2004). En comparant ces indices entre enfants bilingues et monolingues, il est possible d'examiner si l'expérience bilingue influence la gestion des interférences cognitives et si les capacités inhibitrices diffèrent en fonction du statut linguistique des participants. Ces questions s'inscrivent donc dans une démarche empirique visant à mieux cerner les mécanismes cognitifs impliqués dans l'inhibition et la flexibilité cognitive, tout en apportant des éléments de réponse aux débats existants sur l'impact du bilinguisme sur les fonctions exécutives.

Cette première étude a soulevé les questions suivantes :

1. Les performances des enfants à l'épreuve du Stroop Victoria varient-elles en fonction de leur statut linguistique (bilingue ou monolingue) ?

2. Les indices d'interférence extraits de cette tâche sont-ils sensibles aux différences de contrôle inhibiteur liées au bilinguisme, et permettent-ils de discriminer les profils cognitifs selon l'usage linguistique ?

Variable de l'expérimentation 1 : (Inhibition – Stroop Victoria) :

- VI : groupe linguistique ; tranche d'âge ; (sous-étude : profil bilingue)
- VD : temps (total + par planche), erreurs totales

II. Méthode

1. Participants

Pour cette première expérimentation, ainsi que les autres expérimentations qui suivront, deux études portent sur deux populations ont été sollicitées : La première étude a été réalisée auprès de deux groupes d'enfants bilingues issus de différentes combinaisons linguistiques et monolingues francophones, et la seconde étude été réalisée auprès de deux groupes d'enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones. Les participants de ces deux études sont répartis selon deux tranches d'âge comme suit : 6 ans à 7 ans et 11 mois, puis 8 ans à 10 ans et 11 mois. Cette répartition a été pensée en lien avec les travaux de Pascual-Leone (1984), qui soulignent une évolution progressive de la capacité cognitive entre ces âges. En effet, selon son modèle du *M-space*, les enfants voient leur capacité à traiter simultanément plusieurs unités d'information augmenter de manière significative au cours de cette période. Distinguer ces deux tranches d'âge permet donc d'examiner plus finement comment l'effet du bilinguisme peut interagir avec cette maturation cognitive naturelle, en particulier sur les fonctions exécutives comme la mémoire de travail, l'inhibition et la flexibilité mentale.

Etude 1 : Enfants Bilingues (francophone et autre langue) et monolingues Francophones

Groupe 1.1 : est constitué de 36 participants âgés entre 6 ans et 1 mois et 7 ans et 9 mois ont été sollicités (M=6 ans et 9 mois ; ET=0.53 ; E=1.8) scolarisé en 2ème cycle (CP, CE1,

CE2). La moitié du groupe est monolingue francophone (n=18), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M=6 ans et 9 mois ; ET=0.58 ; E=1.8) ; 11 garçons et 7 filles, et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=18) qui parle, entende, le français et une autre langue depuis la naissance (M=7.0 ; ET=0.47 ; E1.8) ; 10 garçons et 8 filles. Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (Voir Tableau 2).

Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes en fonction de variables sociodémographiques telles que l'âge, le sexe, le niveau socio-économique et le niveau socioprofessionnel des parents, afin de limiter les biais pouvant résulter de ces facteurs et de garantir une meilleure comparabilité entre les groupes.

Tableau 2

Groupes	N	M (ans)	ET	E	G/F
Caractéristiques descriptives du Groupe 1 (6 à 7 ans et 11 mois)					
Monolingues	18	6.9	0.58	1.8	11/17
Bilingues	18	7.0	0.47	1.8	10/8
Total	36	6.9	0.53	1.8	21/15

Note. N = nombre de participants ; M = âge moyen ; ET = écart-type ; E = étendue ; G/F = nombre de garçons et de filles.

Groupe 2.1: est constitué de 60 participants âgés entre 8.0 ans et 11 ans et 5 mois ont été sollicités (M=9 ans et 5 mois ; ET=0.94 ; E=3.5) scolarisé en 3ème cycle. La moitié du groupe (n=30) est monolingue francophone, ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M=9 ans et 4 mois ; ET=0.95 ; E=3.2) ; 16 garçons et 14 filles, et la seconde e moitié (n=30) du groupe est Bilingue ayant parlé, entendu, le français et une autre langue depuis la naissance (M=9 ans et 6 mois ; ET=0.93 ; E=3.4) ; 18 garçons et 12 filles. Aucun des sujets ne présentait de trouble du développement (voir Tableau 3). Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes en fonction de variables sociodémographiques telles que l'âge, le sexe, le niveau socio-économique et le niveau socioprofessionnel des

parents, afin de limiter les biais pouvant résulter de ces facteurs et de garantir une meilleure comparabilité entre les groupes.

Tableau 3.

Caractéristiques du groupe 2 (8 ans à 10 ans et 11 mois)

Groupes	N	M	ET	E	G/F
Monolingues	30	9.4	3.2	0.95	16/14
Bilingues	30	9.6	3.4	0.93	18/12
Total	60	9.5	3.5	0.94	34/26

Note. *N* = nombre de participants ; M=Âge moyen ; *ET* = écart-type de l'âge ; *E* = étendue de l'âge ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

Etude 2 : Enfants Bilingues (franco-arabophones) et monolingues francophones

Groupe 1.2

Est constitué de 20 participants âgés entre 7 ans et 1 mois et 7 ans et 11 mois ont été sollicités (M=7 ans et 3 mois ; ET=0.36 ; E=1.4. La moitié du groupe (n=10) est monolingue francophone, ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M=7 ans et 3 mois ; ET=0.33 ; E=0.9) ; 5 garçons et 5 filles, et la seconde e moitié du groupe (n=10) est Bilingue ayant palé, entendu, le français et l'arabe (dialectes) depuis la naissance (M=7 ans et 3 mois ; ET=0.41 ; E1.4) ; 6 garçons et 4 filles. Aucun des sujets ne présentait des troubles du développement. Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes, afin de limiter les biais liés à l'origine socio-économique, socioprofessionnelle.

Tableau 4

Caractéristiques du groupe 1.2 (6 ans à 7 ans et 11 mois)

Groupes	N	M (ans)	ET	E	G/F

Monolingues		10	7.3	.33	1.9	5/5
Bilingues	10	7.3	.41	1.4	6/4	
Total	20	7.3	.36	1.5	11/9	

Note. N = nombre de participants ; M= Âge moyen ; ET = écart-type ; E = étendue de l'âge ; G/F = nombre de garçons/filles.

Groupe 2.2

36 participants âgés entre 8 ans et 1 mois et 10 ans et 8 mois ont été sollicités (M=9 ans et 2 mois ; ET=0.79 ; E=2.7). La moitié du groupe (n=18) est monolingue francophone, ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M=9 ans et 6 mois ; ET=0.77 ; E=2.7) ; 8 garçons et 10 filles, et la seconde moitié du groupe (n=18) est Bilingue ayant parlé, entendu, le français et l'arabe depuis la naissance (M=8 ans et 9 mois ; ET=0.68 ; E=2.1) ; 7 garçons et 11 filles. Aucun des sujets ne présentait de trouble du développement.

Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes, afin de limiter les biais liés à l'origine socioéconomique, socioprofessionnelle.

Tableau 5

Caractéristiques du groupe 2.2 (8 ans à 10 ans et 11 mois)

Groupes	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	18	9.6	.77	2.7	8/10
Bilingues	18	8.9	.68	2.1	7/11
Total	18	9.2	.79	2.7	15/21

Note. N = nombre de participants ; M = *Âge moyen ; ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

2. Méthode

Matériel

Diverses versions du test de Stroop ont été développées depuis la version d'origine proposée par Stroop (1935), toutes incluant généralement des tâches de contrôle et d'interférence similaires, mais se différenciant sur plusieurs aspects, tels que le nombre d'items par planche, la nature de la deuxième tâche de contrôle, ou encore les données normatives utilisées. Parmi ces versions, nous avons choisi le test du Stroop-Victoria, établi par Spreen et Strauss en 1998, car il s'avère particulièrement adapté aux enfants. Ce test diffère du Stroop original notamment par le nombre réduit d'items : chaque planche ne contient que 24 stimuli, ce qui limite le temps de passation et réduit la fatigue cognitive chez les plus jeunes participants.

De plus, la deuxième planche a été spécifiquement modifiée par les auteurs afin d'éviter un effet d'interférence précoce : les mots utilisés ne sont pas des noms de couleurs, comme dans la version originale, mais des mots fréquents de la langue (par exemple : "mais", "pour", "donc", "quand"), que l'enfant doit ignorer pour simplement nommer la couleur de l'encre. Cette particularité renforce la validité de la mesure d'inhibition en réservant la tâche conflictuelle à la troisième planche.

La validité du Stroop-Victoria en tant qu'outil d'évaluation du fonctionnement exécutif en langue française a été confirmée par Bayard, Erkes et Moroni (2007) qui ont adapté la version pour le public francophone. Par ailleurs, la version francophone du test (f-SV), développée par Bayard et Moroni (2009) selon les recommandations de Strauss, Sherman et Spreen (2007), a démontré une bonne sensibilité ainsi qu'une validité satisfaisante pour l'étude des fonctions exécutives chez les enfants.

Le Stroop-Victoria permet de mesurer les capacités inhibitrices en confrontant le sujet à une tâche conflictuelle : donner une réponse qui entre en opposition avec une réponse automatique. Il s'agit d'une mesure particulièrement pertinente dans le cadre du bilinguisme, puisque l'inhibition joue un rôle clé dans la maîtrise quotidienne de deux systèmes linguistiques. À ce titre, Nikolova (2008) a utilisé le test de Stroop chez de jeunes adultes pour comparer les performances exécutives entre bilingues et monolingues. Ces résultats indiquent que, bien que les deux groupes ne présentent pas de différence significative dans les tâches sans interférence, les bilingues obtiennent de meilleures performances – notamment des temps de réaction plus rapides, lors de l'épreuve conflictuelle, ce qui suggère une plus grande efficacité des processus inhibiteurs liée à la gestion simultanée de deux langues.

La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV) comprend trois planches où il faut nommer la couleur de chaque stimulus : la planche « Couleurs » avec des pastilles colorées (rouge, jaune, vert, bleu) ; la planche « Mots » avec des mots courants (« Mais », « Pour », « Donc », « Quand ») ; et la planche « Interférence » avec des noms de couleurs (« Bleu », « Vert », « Jaune », « Rouge ») écrits dans une encre d'une couleur différente de celle désignée par le mot (voir Figure 20). Le temps de réalisation de chaque planche est mesuré en secondes à l'aide d'un chronomètre. Ces mesures étant influencées par la vitesse de traitement de l'information et les capacités cognitives sous-jacentes, les deux premières planches ne constituent pas des mesures fiables des capacités d'inhibition (Bayard, Erkes, & Moroni, 2007). Le f-SV permet de calculer deux indices d'interférence : un indice faible (Temps planche Mots / Temps planche Couleurs) et un indice fort (Temps planche Interférence / Temps planche Couleurs), l'indice fort mesurant l'effet Stroop classique (Bayard, Erkes, & Moroni, 2007). Malgré l'utilisation courante de versions informatisées du test pour mesurer les temps de réaction individuels, nous avons préféré utiliser cette version sur planche pour sa simplicité, sa rapidité et sa facilité d'administration en milieu scolaire. Cette méthode nous a permis de mesurer : le temps de dénomination des couleurs des stimuli sur chaque planche, afin d'évaluer la vitesse de traitement de l'information visuelle et verbale, ainsi que les erreurs commises sur la planche « Interférence », afin d'évaluer les capacités d'inhibition et de contrôle cognitif face à un conflit interférentiel.

Nous avons distingué deux types d'erreurs :

- Les erreurs corrigées, où l'enfant commence à lire un mot incorrect mais se reprend spontanément, traduisant une capacité partielle d'autocontrôle.
- Les erreurs non corrigées, qui traduisent une inhibition déficitaire plus marquée. Pour la procédure d'évaluation, chaque enfant a été rencontré individuellement dans une salle dédiée au sein de son école, pendant une durée moyenne de 20 minutes (pour l'ensemble des trois études expérimentales de la thèse). Avant chaque planche, les consignes étaient présentées clairement, accompagnées d'une ligne d'exemple. En cas d'erreur sur cet exemple, une ré-explication immédiate était proposée. Une fois les consignes comprises, la passation débutait.

Le temps de réalisation de chaque planche du Stroop-Victoria a été mesuré à l'aide d'un chronomètre électronique, afin d'évaluer la vitesse de traitement cognitif des participants. Les temps moyens de passation, calculés pour l'ensemble des enfants, varient selon le type de

planche : environ 16 à 25 secondes pour la planche Couleurs (lecture de couleurs), 18 à 28 secondes pour la planche Mots (lecture de mots sans interférence), et 22 à 35 secondes pour la planche Interférence, cette dernière étant naturellement plus longue en raison du conflit cognitif entre la lecture automatique du mot et la désignation de la couleur de l'encre. Ces temps permettent ainsi de comparer la vitesse de traitement entre les différentes conditions et de détecter les éventuelles variations liées à l'effet Stroop chez les enfants. Parallèlement, chaque erreur (corrigée ou non) est notée manuellement selon la grille de cotation officielle fournie par les auteurs du test, pour évaluer le niveau d'inhibition comportementale et la régulation des réponses automatiques. Les indices faibles et forts d'interférence ont ensuite été calculés selon les instructions du manuel, permettant une analyse quantitative du contrôle inhibiteur.



Figure 20
La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV(f-SV,) – Adaptation francophone, Novembre 2009

Source : *Bayard, S., Erkes, J., Moroni, C., & CPCN-LR (s.d.). Test du Stroop Victoria – Adaptation francophone. https://www.f-sv.org*

Procédure de Passation du Stroop Victoria

Pour la passation de la version francophone du Stroop Victoria (f-SV, 2009), chaque enfant a été évalué individuellement dans une salle dédiée à cette activité au sein de leur école. La procédure s'est déroulée de la manière suivante :

Installation et Introduction

L’enfant est invité à s'asseoir confortablement à une table, face à l’expérimentateur. L’expérimentateur explique brièvement l'objectif du test pour mettre l'enfant à l'aise, en insistant sur le fait qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, mais qu'il s'agit simplement de dire les couleurs aussi rapidement et précisément que possible.

Présentation des Consignes

Avant de commencer le test proprement dit, les consignes sont expliquées de manière claire et simple aux participants de l’étude. L’expérimentateur utilise des mots appropriés en fonction de l'âge de l'enfant pour s'assurer de la compréhension de la consigne. Une ligne d'exemple est présentée. Cette ligne contient des stimuli similaires à ceux des planches de test, et l’examinateur demande à l'enfant de nommer les couleurs des stimuli. Cette étape permet de vérifier la bonne compréhension des consignes avant de commencer les planches de test.

Passation des Planches

Planche 1- (C) : Couleurs

La première planche est composée de pastilles de couleurs (rouge, jaune, vert et bleu). L'enfant doit nommer la couleur de chaque pastille le plus rapidement possible, selon la consigne suivante dictée par l’expérimentateur : *« Voici une feuille sur laquelle sont représentés des points de couleur. Nous allons commencer par la ligne d’exemple où je vais vous demander de nommer la couleur des points, de gauche à droite, le plus rapidement possible et sans vous tromper. Vous commencerez lorsque je vous dirai « partez ». Partez ».* (Voir Figure 21)

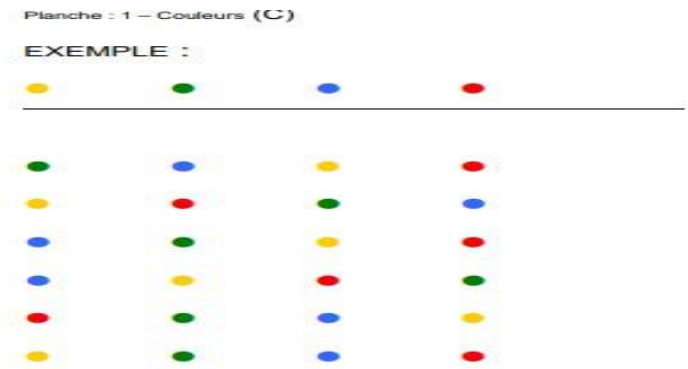


Figure 21

La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)a-Planche : 1 – Couleurs (C)

Source : Bayard, S., Erkes, J., Moroni, C., & CPCN-LR (s.d.). Test du Stroop Victoria – Adaptation francophone. https://www.f-sv.org

L'expérimentateur chronomètre le temps nécessaire pour nommer toutes les couleurs de la planche à l'aide d'un chronomètre.

Planche 2- (M) : Mots

La deuxième planche présente des mots courants (mais, pour, donc, quand) écrits dans des encres de différentes couleurs. L'enfant doit nommer la couleur de l'encre et non lire le mot, selon la consigne suivante dictée par l'expérimentateur : *« Voici une feuille sur laquelle sont représentés des mots écrits dans différentes couleurs. Nous allons commencer par la ligne d'exemple où je vais vous demander de ne pas lire ces mots mais de nommer la couleur de l'encre dans laquelle ils sont écrits, de gauche à droite, le plus rapidement possible et sans vous tromper. Vous commencerez lorsque je vous dirai partez. Prêt, partez »* (voir Figure 22)



Figure 22

La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)-Planche : 2 – Mots (M)

Source : Bayard, S., Erkes, J., Moroni, C., & CPCN-LR (s.d.). Test du Stroop Victoria – Adaptation francophone. https://www.f-sv.org

Le temps de dénomination des couleurs est chronométré de la même manière que pour la première planche.

Planche 3-(I) : Interférence

La troisième planche contient des noms de couleurs (« bleu », « vert », « jaune », « rouge ») écrits dans une encre d'une couleur différente de celle désignée par le mot. Par exemple, le mot « bleu » peut être écrit en encre rouge, selon la consigne suivante dictée par l'expérimentateur *: « Pour terminer, voici une feuille sur laquelle sont représentés des mots de couleur écrits dans différentes couleurs. Nous allons commencer par la ligne d'exemple où je vais vous demander de ne pas lire ces mots de couleur mais de nommer la couleur de l'encre dans laquelle ils sont écrits, de gauche à droite, le plus rapidement possible et sans vous tromper. Vous commencerez lorsque je vous dirai « partez ». « Prêt, partez »* (voir Figure 23)



Figure 23

La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV)La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV) a-Planche : 3 – Interférence (I)

Source : *Bayard, S., Erkes, J., Moroni, C., & CPCN-LR (s.d.). Test du Stroop Victoria – Adaptation francophone. https://www.f-sv.org*

L'enfant doit nommer la couleur de l'encre, pas le mot écrit. L'examinateur chronomètre également cette étape.

Enregistrement des Erreurs

Pendant la passation des trois planches, l'examinateur note toutes les erreurs commises par l'enfant. Cela mesure la capacité globale de contrôle cognitif et permet d'évaluer la précision de l'inhibition des réponses automatiques.

Erreurs corrigées : L'enfant lit la couleur de l'encre de façon incorrecte, puis se corrige immédiatement. Cela mesure la capacité d'auto-monitoring et de rétrocontrôle cognitif, c'est-à dire la faculté à détecter ses propres erreurs et à ajuster son comportement en temps réel.

Erreurs non corrigées : L'enfant lit la couleur de l'encre de façon incorrecte et ne se corrige pas. Cela mesure une défaillance du contrôle inhibiteur, traduisant une difficulté à résister à l'automatisme de lecture et un manque de régulation des réponses inadaptées.

Reformulation si nécessaire

Si l'enfant commet des erreurs sur la ligne d'exemple ou sur les premières planches (par exemple, en confondant la couleur « jaune » avec « orange »), les consignes sont réexpliquées et des exemples supplémentaires peuvent être fournis pour s'assurer de la bonne compréhension avant de continuer la passation. Cela vise à garantir la bonne compréhension des consignes, afin que les performances de l'enfant reflètent ses capacités cognitives réelles (et non un malentendu sur la tâche à effectuer). Elle permet également de s'assurer que les erreurs ultérieures ne sont pas dues à une incompréhension, mais bien à des difficultés d'ordre attentionnel, langagier ou exécutif. Ce contrôle contribue à la validité de la passation selon les consignes suivantes :

Planche (C) : *« Dans la suite de l'épreuve, la consigne demeure identique. Je vous rappelle que vous devez essayer de nommer la couleur des points, de gauche à droite, le plus rapidement possible et sans vous tromper ». Vous commencerez lorsque je vous dirai partez. Prêt, partez ».*

Planche (M) *: « Dans la suite de l'épreuve, la consigne demeure identique. Je vous rappelle que vous devez essayer de nommer la couleur de l'encre dans laquelle sont écrits les mots, de gauche à droite, le plus rapidement possible et sans vous tromper. Vous commencerez lorsque je vous dirai partez. Prêt, partez ».*

Planche (I) : *« Dans la suite de l'épreuve, la consigne demeure identique. Je vous rappelle que vous devez essayer de nommer la couleur de l'encre dans laquelle ces mots de couleur sont écrits, de gauche à droite, le plus rapidement possible et sans vous tromper. Vous commencerez lorsque je vous dirai « partez ». Prêt, partez ».*

Calcul des temps de réalisation des erreurs et des Indices d'Interférence

Une fois toutes les planches terminées, les temps de réalisation et les erreurs sont utilisés pour calculer deux indices d'interférence :

Indice faible : Temps de la planche Mots / Temps de la planche Couleurs.

Indice fort : Temps de la planche Interférence / Temps de la planche Couleurs.

Ces indices permettent d'évaluer les capacités d'inhibition de l'enfant, L'indice fort mesure spécifiquement l'effet Stroop classique, c'est-à-dire la difficulté à inhiber une lecture automatique du mot lorsque celle-ci entre en conflit avec la couleur de l'encre utilisée. Ce conflit cognitif entre deux processus concurrents (lecture du mot vs. Identification de la couleur) mobilise les fonctions exécutives, notamment l'inhibition de réponse automatique, ce qui se traduit par un allongement du temps de réponse sur la planche Interférence.

Cotation

Temps de réalisation (mesure de la vitesse de traitement de l'information) des planches du Stroop Victoria

La version francophone du Stroop-Victoria (f-SV) mesure la vitesse de traitement (temps de réalisation) ainsi que les erreurs (corrigées ou non) pour chaque condition.

Planche- (C) Couleurs :

Tâche : Nommer la couleur d'encre de 24 rectangles colorés (bleu, rouge, jaune ou vert).

Objectif : Évaluer la vitesse de dénomination simple de couleurs, sans interférence.

Cotation :

Temps total (en secondes) mesuré au chronomètre.

Nombre d'erreurs : omissions, confusions de couleur.

Erreurs corrigées spontanément (autocorrections) et non corrigées sont notées séparément.

Planche -(M) Mots :

Tâche : Lire les mots neutres (« mais », « pour », « donc, « quand ») imprimés en différentes couleurs.

Objectif : Évaluer la vitesse de lecture de mots sans interférence lexicale liée à la couleur.

Cotation :

Temps total (en secondes).

Erreurs : erreurs de lecture, hésitations, ou autocorrections.

Planche -(I) Interférence :

Tâche : Nommer la couleur de l'encre avec laquelle sont écrits des noms de couleurs ne correspondant pas à l'encre (ex. le mot "rouge" écrit en bleu).

Objectif : Mesurer la capacité d'inhibition cognitive face à une interférence lexicale.

Cotation :

Temps total (en secondes).

Erreurs :

Erreurs non corrigées : le participant dit “rouge” au lieu de “bleu” sans correction.

Erreurs corrigées spontanément : dit “rouge”, se corrige aussitôt et dit “bleu”.

Nombre total d’erreurs et nombre d’autocorrections sont reportées.

Calculs possibles (optionnels selon protocole) :

Temps d’interférence : Planche I – Planche C ou Planche I – Planche M

Ratio d’interférence : Temps Planche I ÷ Temps Planche C ou Planche M

Indice d’erreurs : nombre total d’erreurs / 24 items

Deux indices d’interférence peuvent être calculés à partir des temps de réalisation :

Indice d’interférence faible (if) : Temps de la Planche M / Temps de la Planche C.

Indice d’interférence forte (IF) : Temps de la Planche I / Temps de la Planche C.

Erreurs et bonnes réponses

Planche 1 (C)

Exemple : Pastille de couleur « JAUNE » -Bonne réponse : « jaune ».

Planche 2 (M)

Exemple : Mot « QUAND » écrit en encre « VERTE » -Bonne réponse : « vert ».

Planche 3 (I)

Exemple : Mot « BLEU » écrit en encre « JAUNE » - Bonne réponse : « jaune ».

Pour qu’une réponse soit considérée comme une erreur, elle doit être prononcée entièrement. Un début de réponse corrigé rapidement (par exemple « Bl…, non Jaune ») n’est pas compté comme une erreur.

Planche 1 (C) et Planche 2 (M) :

Enregistrer le nombre total d’erreurs.

Planche 3 (I) :

Enregistrer les erreurs corrigées.

Enregistrer les erreurs non corrigées.

Enregistrer le nombre total d’erreurs (corrigées et non corrigées).

Variables indépendantes et dépendantes

Dans l’Étude 1, les variables indépendantes sont le groupe linguistique (enfants bilingues vs enfants monolingues) et la tranche d’âge (6 ans à 7 ans et 11 mois ; 8 ans à 10 ans et 11 mois).

Les variables dépendantes correspondent aux performances à l'épreuve d'inhibition (Stroop Victoria), incluant les temps de réalisation et le nombre d'erreurs pour les différentes planches.

III. Résultats de l'étude 1 : Étude Comparative des Enfants Bilingues (francophones et langues variées) et monolingues Francophones âgés de 6 à 10 ans

Planche1–(C) Couleurs

Cette planche vise à évaluer la vitesse de dénomination de couleurs en l'absence d'interférence. Les résultats indiquent que les temps de traitement des sujets bilingues et monolingues ne diffèrent pas de manière significative ($p = .25$), ce qui suggère des performances similaires entre les deux groupes pour cette tâche automatique. Autrement dit, le bilinguisme ne semble pas conférer d'avantage particulier dans le cadre d'une activité de dénomination simple et sur-apprise.

Planche2–(M)Mots

Cette planche permet d'évaluer la vitesse de dénomination de mots neutres, sans interférence lexicale liée à la couleur. La p-value de 0.94 montre qu'il n'y a aucune différence significative dans la vitesse de dénomination de mots entre les deux groupes. Les performances des bilingues et des monolingues sont donc comparables, en termes de rapidité à lire les mots imprimés en couleur. Cette absence de différence renforce le constat que dans un contexte qui n'entraîne pas de conflit cognitif, le bilinguisme n'a pas d'impact mesurable sur la vitesse de traitement.

Planche3–(I)Interférence

Cette planche est conçue pour mesurer la capacité d'inhibition cognitive mise en œuvre lors d'un conflit entre la lecture automatique du mot (ex. « rouge ») et la désignation de la couleur de l'encre (ex. bleu). Les résultats montrent que, bien que les enfants bilingues présentent un temps moyen de réalisation légèrement inférieur à celui des enfants monolingues (48.4 s contre 51.0 s), cette différence n'est pas statistiquement significative ($p = .10$). Toutefois, la proximité de ce seuil pourrait suggérer une tendance à de meilleures performances inhibitrices chez les enfants bilingues dans des tâches impliquant un conflit cognitif. Cette tendance, bien que non significative, pourrait être explorée davantage dans des échantillons plus larges ou avec des tâches de complexité variable.

1. Interprétation des Résultats du Groupe 1.1 (enfants de 6 ans à 7 ans et 11 mois)

Temps de réalisation total

Les résultats du Stroop Victoria (version francophone – f-SV) ont été analysés à l'aide du test T de Student pour échantillons indépendants, à l'aide du logiciel IBM SPSS, afin de comparer les performances des enfants bilingues et monolingues. Les variables dépendantes analysées sont :

La vitesse de dénomination (mesuré en secondes pour chaque planche), indicateur de la vitesse cognitive, et le nombre total d'erreurs, indicateur des capacités d'inhibition cognitive et de flexibilité mentale.

L'objectif était d'évaluer si les enfants bilingues présentaient un avantage exécutif, en particulier au niveau de l'inhibition, qui se manifeste dans la capacité à résister à l'interférence (planche 3 du Stroop). Le Tableau 6, ainsi que la Figure 24, présentent les résultats descriptifs relatifs à la performance des enfants bilingues et monolingues âgés de 6 ans à 7 ans et 11 mois à l'épreuve du StroopVictoria (f-SV). Plus précisément, ce tableau rapporte les temps moyens de réalisation (exprimés en secondes) pour l'ensemble des trois planches du test (Couleurs, Mots et Interférence), selon le groupe linguistique. Y figurent également les écarts-types et les étendues des scores, permettant d'apprécier la dispersion des données dans chaque groupe. Ces mesures visent à évaluer les différences de vitesse de traitement cognitif entre enfants bilingues et monolingues dans une tâche sollicitant l'inhibition cognitive. Les enfants bilingues présentent un temps moyen total de réalisation des trois planches légèrement inférieur (141.9 s) à celui des enfants monolingues (150.5 s), ce qui suggère une vitesse de traitement globalement plus rapide chez les bilingues. Cette tendance est observée sur chacune des trois planches du Stroop-Victoria, avec des temps systématiquement plus courts pour les bilingues (Planche C : 46.56 s vs 49.5 s ; Planche M : 47.0 s vs 50.0 s ; Planche I : 48.4 s vs 51.0 s). Toutefois, ces différences ne sont pas statistiquement significatifs, comme le montrent les résultats des tests t de Student pour chaque planche : $t(86) = 1.17$; $p = .25$ pour la Planche C, $t(86) = 0.08$; $p = .94$ pour la Planche M, et $t(86) = 1.68$; $p = .10$ pour la Planche I (voir Tableau 7). Ces valeurs montrent donc que les différences de temps de réalisation entre les groupes bilingues et monolingues ne peuvent être considérées comme significatives sur le plan statistique, bien qu'une tendance (non significative) à des temps plus rapides chez les bilingues puisse être observée, en particulier sur la planche d'interférence (Planche I).

Ces résultats suggèrent qu'à cet âge, le bilinguisme n'entraîne pas d'avantage manifeste en termes de vitesse de traitement cognitif dans le cadre de cette tâche d'inhibition, même si une certaine efficacité peut être perceptible de manière tendancielle.

Tableau 6

Temps moyens de réalisation (en seconde)aux trois planches du Stroop-Victoria, en fonction du groupe de participants

	Monolingues	Bilingues
Temps moyen total (s) de réalisation (3 planches)	150.5 (SD = 6,6; E= 22)	141.9 (SD = 5,3; E= 17)
Temps moyen de réalisation (s)		
Planche C	49.5 (SD =2.2; E: 7)	46.56 (SD=1.9; E: 6)
Planche M	50.0 (SD=2.4; E=8	47.0 (SD=1.5; E=5)
Planche I	51.0 (SD=2.8; E=9)	48.4 (SD=1.9; E=6)
Indice I/C	1.01	1.01
Indice I/M	1.05	1.03

Note. s = seconde; if = indice de flexibilité cognitive.

Temps moyen de réalisation par planche (en secondes) en fonction des indices (IF) et (if)

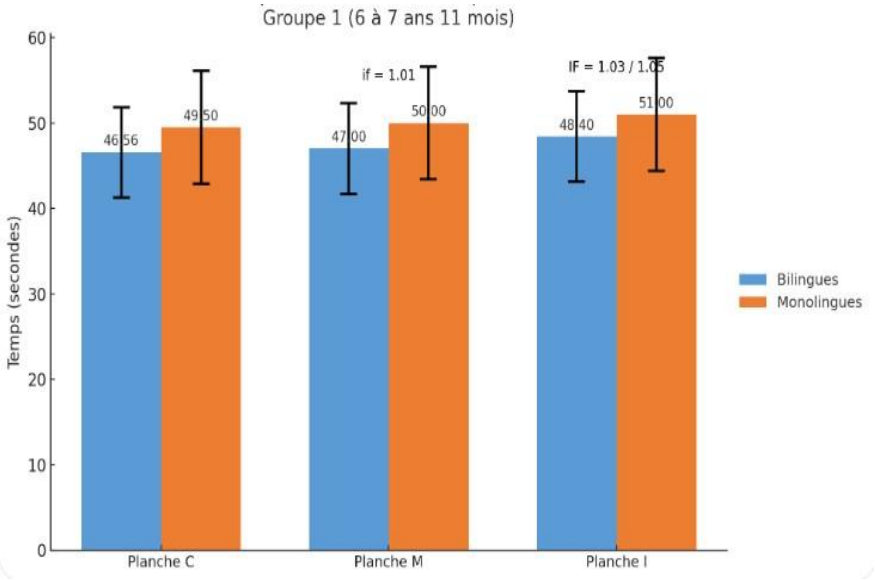


Figure 24

Comparaison du temps moyen (erreurs-types) de réalisation pour chaque planche selon les indices d'interférence faible et forte entre bilingues (toutes langues) et monolingues (Groupe 1.1), âgés de 6 à 7 ans et 11 mois sur les 3 planches du test Stroop-Victoria (f-SV) et les erreurs types *Note. Ce graphique a été produit à partir des données collectées au sein de cette étude. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Erreurs commises

Le p-value de 0.01 concernant le nombre total d'erreurs commises chez les deux groupes respectifs, révèle une différence statistiquement significative entre les groupes bilingues et monolingues. Les enfants bilingues commettent moins d'erreurs, en particulier sur la planche d'interférence, où les mécanismes d'inhibition sont sollicités. Les erreurs incluent à la fois : les erreurs non corrigées, c'est-à-dire lorsque l'enfant donne une mauvaise réponse sans se corriger ; et les erreurs corrigées spontanément, lorsqu'il corrige rapidement une mauvaise réponse. Cette différence indique une meilleure efficacité du contrôle inhibiteur et une régulation plus fine des interférences cognitives chez les enfants bilingues. Ce résultat est en cohérence avec les travaux antérieurs (Nikolova, 2008 ; Bialystok, 1999) suggérant que le bilinguisme améliore certaines fonctions exécutives, en particulier la capacité à inhiber des réponses automatiques et à gérer des tâches conflictuelles.

Une différence statistiquement significative est observée au niveau du nombre total d'erreurs, avec un avantage pour les enfants bilingues, qui commettent significativement moins d'erreurs que leurs pairs monolingues (*t (34) = 2.74 ; p = .01*). Cette différence est d'autant plus importante pour la planche d'interférence, où les mécanismes d'inhibition sont sollicités de manière plus intense.

Ces résultats sont cohérents avec l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme, dès le plus jeune âge, favorise le développement des fonctions exécutives, notamment l'inhibition cognitive, en raison de l'entraînement quotidien à inhiber une langue pour en activer une autre dans des contextes spécifiques.

Tableau 7

Analyses comparatives au test t entre les groupes bilingues et monolingues sur les Temps moyens de traitement (en secondes) pour les planches Couleurs, Mots et Interférence du Stroop-Victoria, et erreurs totales (planches confondues), comparés entre enfants bilingues et monolingues.

Variables comparées	t	ddl	p (bilatéral)
Temps moyen de réalisation total			
Temps moyen de réalisation - Planche 1(couleurs)	1.17	34	0.25
Temps moyen de réalisation, - Planche 2(Mots)	0.08	34	0.94
Temps moyen de réalisation - Planche 3(Interférence)	1.68	34	0.10
Erreurs totales (planches confondues)	2.74	34	0.01

Note. t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = p-value bilatéral.

Nombre d'erreurs moyens (planches confondues) chez les bilingues (toutes langues) et les monolingues du Groupe 1.1, âgés entre 6 à 7 ans et 11 mois.

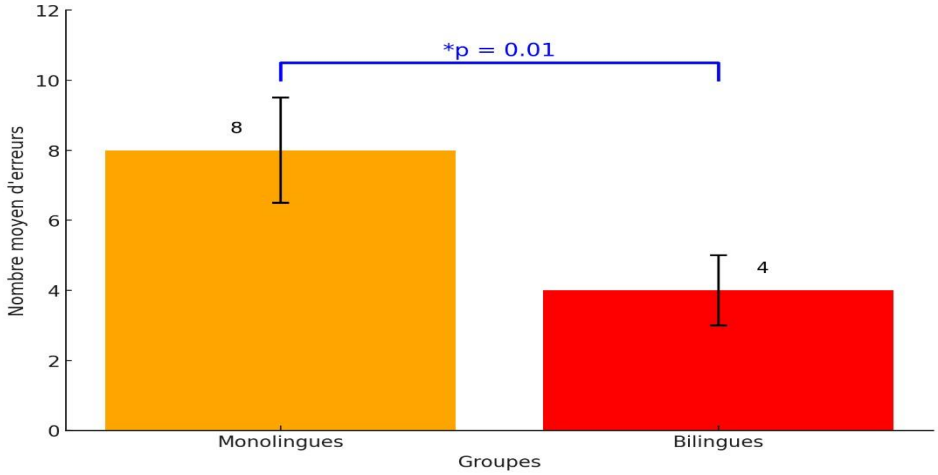


Figure 25

Comparaison du nombre d'erreurs moyennes (planches confondues) chez les bilingues (toutes langues) et les monolingues du Groupe 1.1, âgés entre 6 à 7 ans et 11 mois.

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées au sein de cette étude. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Calcul des indices d'interférence

Les indices d'interférence (rapport entre la planche d'interférence et les planches de contrôle) montrent des valeurs quasi équivalentes dans les deux groupes (I/C : 1.01 ; I/M : 1.05 vs 1.03), indiquant que le coût cognitif de l'interférence est similaire, malgré des temps absolus plus faibles chez les bilingues.

Indice d'interférence faible (if) : if=Temps de la Planche M/Temps de la Planche C
Indice d'interférence forte (IF) : IF=Temps de la Planche I/Temps de la Planche C

Planche 1 : Planche de Contrôle (C)

La Planche C, correspondant à la condition de contrôle du Stroop-Victoria (f-SV), a permis d'évaluer la vitesse de traitement de base, sans interférence cognitive. Les temps moyens indiquent que les bilingues réalisent cette tâche plus rapidement que les monolingues, ce qui suggère une efficacité supérieure dans le traitement automatisé de l'information (Bialystok et

al., 2005). Cette différence de performance en temps absolu constitue la base du calcul des indices d'interférence.

Planche 2 : Planche d'Interférence Faible (M)

La Planche M introduit une interférence faible, nécessitant la lecture de mots dont la couleur de l'encre ne correspond pas au sens du mot, imposant ainsi une première sollicitation des mécanismes de contrôle attentionnel.
L'indice d'interférence faible (if) est défini comme le rapport entre le temps de la Planche M
et celui de la Planche C (*if = Temps M / Temps C*).
Chez les bilingues, l'indice est de 1.01, tandis qu'il est de 1.03 chez les monolingues. Cette très faible différence suggère que la capacité à traiter une interférence légère est équivalente dans les deux groupes, bien que les bilingues maintiennent un traitement légèrement plus rapide.
Cette observation rejoint l'idée que les bilingues pourraient bénéficier d'une meilleure efficience attentionnelle de bas niveau, sans gain spécifique dans le contrôle exécutif léger (Hilchey & Klein, 2011).

Planche 3 : Planche d'Interférence Forte (I)

La Planche I impose une interférence forte, exigeant l'inhibition d'une réponse automatique (la lecture) pour exécuter une réponse contrôlée (nommer la couleur de l'encre). Cette tâche sollicite fortement les mécanismes d'inhibition active (Green, 1998).
L'indice d'interférence forte (IF) est calculé par le rapport entre le temps de la Planche I et celui de la Planche C (*IF = Temps I / Temps C*).
Les bilingues présentent un indice de 1.05, et les monolingues un indice de 1.03. Cette quasi-similarité montre que le coût cognitif associé à l'inhibition est comparable entre les groupes, malgré des temps absolus plus courts chez les bilingues.
Cela s'inscrit dans les travaux récents indiquent que l'avantage bilingue en inhibition n'est pas systématique, mais pourrait dépendre de la complexité des tâches et des ressources attentionnelles sollicitées (Paap, Johnson, & Sawi, 2015).

Les résultats indiquent que les bilingues traitent globalement l'information plus rapidement, mais que les coûts relatifs d'interférence cognitive (if et IF) sont équivalents à ceux des

monolingues. Ces résultats sont cohérents avec les théories actuelles selon lesquelles le bilinguisme améliore certains aspects de la vitesse de traitement et de la flexibilité cognitive (Costa et al., 2009), mais n'entraîne pas nécessairement une réduction universelle du coût de l'inhibition (Bialystok, 2015 ; Paap & Greenberg, 2013) (voir Figure 25).

Conclusion

Les résultats montrent que les sujets bilingues et monolingues présentent des performances similaires en termes de temps moyen de réalisation sur les tâches de base du Stroop-Victoria (fSV), à savoir : la Planche 1 (dénomination de couleurs sans interférence), et la Planche 2 (lecture de mots neutres en couleur sans conflit lexical).
Ces tâches, considérées comme non conflictuelles, ne sollicitent que faiblement les fonctions exécutives. Les résultats présentés dans le Tableau 5 et la Figure 24 confirment qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes pour ces deux planches.

Cependant, une tendance non significative émerge au niveau de la Planche 3 (tâche d'interférence), avec des temps de réalisation légèrement plus rapides chez les bilingues, illustrant un avantage potentiel dans le traitement des conflits cognitifs (voir Figure 25). L'analyse statistique révèle que les enfants bilingues commettent moins d'erreurs que les monolingues de façon significative, notamment sur la planche d'interférence. Ce résultat, présenté dans le Tableau 6 et la Figure 25, indique une meilleure capacité d'inhibition chez les bilingues, c'est-à-dire une plus grande aptitude à résister aux automatismes et à réguler les interférences cognitives. Ainsi, ces résultats suggèrent que, si le bilinguisme n'améliore pas les performances sur les tâches simples de dénomination ou de lecture sans conflit, il semble favoriser des mécanismes exécutifs plus efficaces, notamment pour l'inhibition et le traitement des conflits attentionnels, ce qui soutient partiellement l'hypothèse d'un avantage cognitif spécifique lié au bilinguisme

Les bilingues présentent un indice d'interférence faible (*I/C*) de 1.06, légèrement inférieur à celui des monolingues (1.07), ce qui indique une différence modeste en faveur des bilingues dans la
gestion de tâches simples (lecture de mots / dénomination de couleurs).

Concernant l'indice d'interférence fort (*I/M*), les bilingues obtiennent une valeur de 1.13, également inférieure à celle des monolingues ; 1.1), suggérant une meilleure régulation des interférences cognitives dans les situations de conflit lexical.

Ces résultats suggèrent que les bilingues présentent une légère avance dans la régulation des interférences, tant dans les conditions à faible qu'à forte interférence. Toutefois, la différence reste relativement faible entre les deux groupes.

Ces résultats suggèrent que, bien que le bilinguisme n'améliore pas significativement les performances sur des tâches simples de dénomination, il semble conférer un avantage en termes de traitement des interférences, notamment dans la réduction des erreurs.

Après avoir examiné les performances des enfants âgés de 6 ans à 7 ans et 11 mois, l'analyse se poursuit avec le Groupe 2.1, composé d'enfants plus âgés (de 8 ans à 10 ans et 11 mois), afin d'observer si les tendances observées précédemment se confirment, s'amplifient ou s'inversent avec l'avancée en âge et le développement cognitif plus abouti.

2. Interprétation des résultats du groupe 2.1 (enfants de 8 ans à 10 ans et 11 mois)

Temps de réalisation total

Les résultats du Stroop Victoria (f-SV) ont été analysés à l'aide du test T de Student pour échantillons indépendants, à l'aide du logiciel IBM SPSS, afin de comparer les performances des enfants bilingues et monolingues. Les variables dépendantes analysées sont :

Le temps de traitement de l'information (mesuré en secondes pour chaque planche), indicateur de la vitesse cognitive, et le nombre total d'erreurs, indicateur des capacités d'inhibition cognitive et de flexibilité mentale. L'objectif était d'évaluer si les enfants bilingues présentaient un avantage exécutif, en particulier au niveau de l'inhibition, qui se manifeste dans la capacité à résister à l'interférence (planche 3 du Stroop).

L'analyse des temps moyens de réalisation de l'ensemble du test Stroop Victoria (f-SV) révèle une légère supériorité en termes de vitesse de traitement chez les enfants bilingues par rapport aux enfants monolingues. En effet, le temps moyen total pour les bilingues est de 122,8 secondes

(ET =5.5 E=18), contre 125,3 secondes (ET =6.6: E =20) pour les monolingues (voir Tableau 8 et Figure 26). Bien que l'écart soit modeste, il suggère une plus grande efficacité cognitive globale chez les enfants bilingues. Cette différence est cohérente avec la littérature mettant en avant une amélioration du traitement de l'information chez les bilingues, indépendamment du contexte d'interférence (Bialystok, 2015). L'écart-type légèrement inférieur observé chez les enfants bilingues (5,5 contre 6,6) suggère une variabilité moindre de leurs performances, ce qui pourrait refléter une plus grande homogénéité dans les stratégies cognitives mobilisées pour le traitement de la tâche. Cela peut notamment traduire une meilleure régulation des fonctions exécutives impliquées, telles que le contrôle inhibiteur et la flexibilité cognitive.

Tableau 8

Temps moyen de Réalisation (en seconde) selon le groupe linguistique

	Groupes	
	Monolingues	Bilingues
Temps moyen total (s)	125.3 (SD= 6.6; E= 20)	122.8 (SD=5.5, E=18)
Planche C	40.5 (SD = 2.3 ; E = 7)	40.0 (SD = 2.1 ; E = 6)
Planche M	43.4 (SD = 2.5 ; E = 8)	42.0 (SD = 2.0 ; E = 6)
Planche I	41.4 (SD = 2.8 ; E = 8)	40.8 (SD = 2.3 ; E= 6)
if (Indice faible)	1.07	1.05
IF (Indice forte)	1.02	1.02

Note. s = seconde; if = indice de flexibilité cognitive.

Temps moyen de réalisation par planche (en secondes) en fonction des indices (IF) et (if)

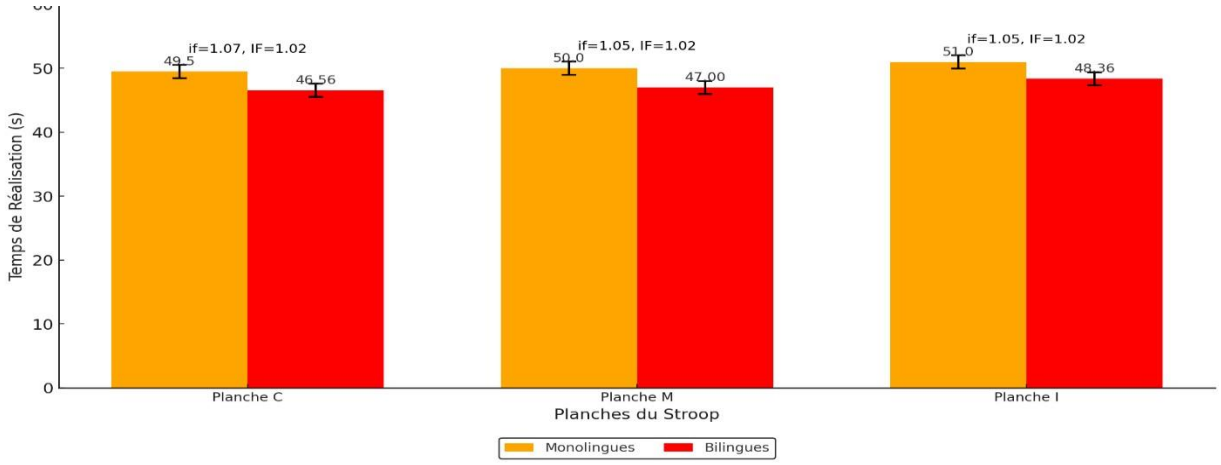


Figure 26

Comparaison des temps moyens (erreurs type) de réalisation au test de Stroop entre les bilingues (langues variées) et les monolingues du Groupe 2.1 (8 à 10 ans et 11 mois), pour les trois planches du Stroop-Victoria.

Note. *Ce graphique représente les temps moyens de réalisation (en secondes) sur les trois conditions du test de Stroop-Victoria (Couleurs, Mots, Interférence). Il a été généré à partir des données recueillies dans cette étude auprès du Groupe 2.1. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Erreurs commises

L'analyse du nombre total d'erreurs effectuées sur l'ensemble des planches du Stroop-Victoria (fSV) indique qu'aucune différence significative n'a été observée entre les enfants bilingues et monolingues. Le test de Student pour échantillons indépendants donne : t (58) = –0.20, p = .90. Ce résultat très élevé confirme l'absence de différence statistique entre les deux groupes concernant les erreurs commises. Ainsi, que ce soit dans les conditions de contrôle, d'interférence faible ou forte, les enfants bilingues et monolingues ont présenté des performances équivalentes en termes d'inhibition des erreurs. Cette absence de différence corrobore les études récentes nuançant l'existence d'un avantage bilingue généralisé en matière d'inhibition cognitive (Hilchey & Klein, 2011; Paap et al., 2015). En dépit de temps de traitement légèrement inférieurs chez les bilingues, le contrôle de l'impulsivité et de l'inhibition des erreurs semble similaire dans les deux groupes (voir Tableau 9 et Figure 27).

Le Tableau 8 présente les temps moyens de réalisation (en secondes), les écarts-types et les étendues pour chaque groupe, ainsi que les indices d'interférence (faible et fort). Ces indices

permettent de comparer l'écart relatif entre les conditions de base (Planche C / Planche M) et la planche conflictuelle (Planche I).

Tableau 9

Test des échantillon indépendants Groupe 2.1 (8 ans à 10 ans et 11 mois)

Variables comparées	t	ddl	p (bilatéral)
Temps moyens totaux			
Temps de réalisation-Planche 1(couleurs)	2.8	58	0.008
Temps de réalisation- Planche 2(mots)	3.5	58	0.001
Temps de réalisation-Planche 3(Interférence)	0.5	58	0.6
Erreurs totales (toutes planches)	-0.2	58	0.9

Note. t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = p-value bilatéral.

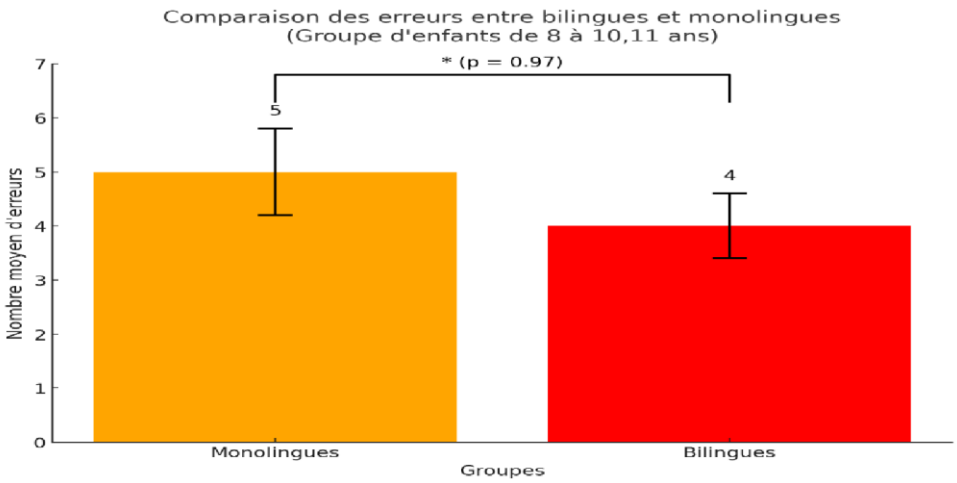


Figure 27

Comparaison du nombre moyen (erreurs types) d'erreurs (toutes planches confondues et tout type d'erreurs confondues) chez les bilingues et les monolingues (Groupe 2.1), âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Calcul des indices d'interférence

Les résultats du test T de Student pour échantillons indépendants, que nous pouvons voir sur le Tableau 8 ci-dessus, permettent de comparer les performances des enfants monolingues et bilingues sur les trois planches du Stroop-Victoria ainsi que sur le nombre total d'erreurs.

Planche 1 : Planche de Contrôle (C)

La Planche C, condition de base sans interférence, a révélé des temps de traitement comparables entre les groupes, avec une légère supériorité en vitesse pour les bilingues (40,0 s contre 40,5 s chez les monolingues). Cette tendance suggère une efficacité cognitive de base légèrement accrue chez les bilingues, bien qu'elle reste marginale.

Planche 2 : Planche d'Interférence Faible (M)

La Planche M introduisait une interférence faible en demandant la lecture de mots imprimés dans des couleurs incongruentes.

L'indice d'interférence faible (if) a été calculé en divisant le temps de la Planche M par celui de la Planche C (*if = Temps M / Temps C*).

Les résultats montrent un if de 1.05 pour les bilingues et 1.07 pour les monolingues, indiquant que le coût cognitif de cette première forme d'interférence est légèrement inférieur chez les bilingues, traduisant une meilleure flexibilité cognitive.

Planche 3 : Planche d'Interférence Forte (I)

La Planche I évaluait la capacité d'inhibition forte, en demandant de nommer la couleur de l'encre sans lire le mot.

L'indice d'interférence forte (IF), obtenu par le rapport entre le temps de la Planche I et celui de la Planche C (*IF = Temps I / Temps C*), est identique pour les deux groupes (1.02). Cela suggère que la capacité à inhiber une réponse automatique est équivalente entre bilingues et monolingues, malgré des temps absolus légèrement inférieurs pour les bilingues.

Chez les enfants plus âgés (8 à 10 ans et 11 mois), on observe des effets significatifs du bilinguisme sur la vitesse de traitement dans les tâches simples, ce qui n'était pas le cas chez les plus jeunes. Chez ces derniers (6 à 7 ans et 11 mois), les différences entre groupes portaient davantage sur les capacités d'inhibition cognitive, comme en témoignent les écarts en termes d'erreurs, notamment sur la planche d'interférence. Cela suggère que l'effet du bilinguisme pourrait évoluer avec l'âge, influençant d'abord le contrôle inhibiteur avant de se traduire, plus tard, par une plus grande automatisation du traitement de l'information, entre les groupes, tant en termes de temps que d'erreurs.

Cela suggère que le bilinguisme pourrait favoriser un développement plus précoce ou plus efficace de certaines fonctions cognitives, comme la vitesse de traitement ou l'automatisation des réponses, mais que l'avantage en matière d'inhibition cognitive observé chez les plus jeunes tend à s'atténuer avec l'âge, probablement en raison d'une maturation générale des fonctions exécutives.

Ces résultats montrent que les bilingues performent mieux sur les tâches simples (Couleurs et Mots) mais que le bilinguisme n'apporte pas d'avantage particulier dans les tâches plus complexes impliquant des interférences

Conclusion

Les résultats du Stroop Victoria (f-SV) pour le Groupe 2.1 montrent que les enfants bilingues réalisent les tâches de base (Planche 1 : dénomination de couleurs sans interférence, et Planche 2 : lecture de mots neutres en couleur sans conflit lexical) significativement plus rapidement que leurs homologues monolingues.

Comme l'indiquent les résultats du test T de Student (Planche 1 : $p = 0.008$; Planche 2 : $p = 0.001$), cette différence est statistiquement significative, suggérant une vitesse cognitive supérieure chez les bilingues sur les tâches ne sollicitant que faiblement les fonctions exécutives. Toutefois, pour la Planche 3 (tâche d'interférence), qui implique une inhibition cognitive active face à des stimuli conflictuels, aucune différence significative de temps de réalisation n'a été observée entre les deux groupes ($p = 0.63$). Cette absence de différence suggère que, dans des conditions de conflit lexical nécessitant un contrôle exécutif accru, les bilingues et les monolingues présentent des performances temporelles comparables.

Concernant les erreurs, l'analyse ne montre aucune différence significative entre les groupes (p = 0.9), aussi bien sur les tâches de base que sur la tâche d'interférence. Contrairement aux enfants plus jeunes, les enfants bilingues plus âgés ne commettent pas significativement moins d'erreurs que les monolingues, ce qui suggère que l'avantage potentiel du bilinguisme sur l'inhibition pourrait s'estomper ou se stabiliser avec l'âge et la maturation cognitive.

Les indices d'interférence renforcent cette observation. L'indice d'interférence faible (*if* : Planche M/Planche C) est de 1.05 pour les bilingues contre 1.07 pour les monolingues, indiquant une légère amélioration en faveur des bilingues pour les tâches à faible demande cognitive. Par ailleurs, l'indice d'interférence forte (*IF* : Planche I/Planche C) est identique pour les deux groupes (1.02), soulignant l'absence d'avantage bilingue marqué dans le traitement des conflits cognitifs plus complexes.

Ainsi, ces résultats suggèrent que, chez les enfants plus âgés, le bilinguisme semble favoriser la vitesse de traitement de l'information sur des tâches simples, mais ne confère pas d'avantage clair en matière d'inhibition cognitive sur des tâches conflictuelles complexes. Cette évolution pourrait refléter une réduction progressive de l'effet du bilinguisme avec l'avancée en âge, en cohérence avec certaines études récentes (Paap et al., 2015 ; Hilchey & Klein, 2011). Après avoir comparé les performances des enfants âgés de 8 ans à 10 ans et 11 mois, l'analyse pourra désormais s'orienter vers une interprétation développementale plus fine, en considérant l'interaction entre l'âge, le bilinguisme, et les mécanismes exécutifs impliqués dans la résolution de conflits cognitifs.

3. Interprétation globale des résultats de l'étude 1

Performances sur les tâches de base et de contrôle : Les bilingues montrent des performances supérieures sur les tâches de base (planche 1, qui correspond à la dénomination de couleurs sans interférence) et de contrôle (planche 2, qui correspond à la lecture de mots neutres sans conflit lexical) dans la deuxième analyse (Groupe 2.1), mais pas dans la première (Groupe 1.1). Cela suggère une possible amélioration due à des capacités de traitement de l'information plus rapides développées avec l'âge.

Condition d'interférence : Aucune différence significative n'est observée pour la planche 3 (tâche d'interférence impliquant une inhibition cognitive) dans les deux analyses (Groupe 1 et

Groupe 2), illustre que les bilingues et les monolingues présentent t des performances similaires en conditions d'interférence élevée.

Erreurs : Les bilingues commettent moins d'erreurs dans la première analyse (Groupe 1, principalement sur la planche d'interférence), mais cette différence n'est pas retrouvée dans la deuxième analyse (Groupe 2.1), montrent des résultats non conclusifs sur cet aspect.

Rôle de l'âge : La différence d'âge entre les groupes pourrait influencer les résultats, les performances cognitives s'améliorant avec l'âge. Cela souligne la nécessité de contrôler cette variable dans les futures études pour isoler l'effet du bilinguisme.

En résumé, bien que le bilinguisme semble améliorer certaines capacités cognitives spécifiques comme la vitesse de traitement et le contrôle inhibiteur dans des contextes non-interférents, ces avantages ne s'étendent pas de manière significative aux situations de forte interférence. De plus, la variable de l'âge doit être prise en considération pour interpréter ces résultats de manière adéquate.

IV. Résultats de l'étude 2: Étude Comparative des Enfants Bilingues Franco-Arabophones et monolingues Francophones

Dans cette seconde étude, l'objectif a été d'approfondir l'analyse du bilinguisme au-delà d'une évaluation générale, en intégrant une variable supplémentaire : la distance linguistique et culturelle entre les deux langues maîtrisées par les participants.

Après avoir étudié les effets globaux du bilinguisme sur les performances cognitives (inhibition, vitesse de traitement) auprès d'un groupe diversifié de participants bilingues, cette nouvelle étude a été menée auprès d'un échantillon spécifique de bilingues franco-arabophones.

L'objectif était d'examiner si la combinaison de deux langues appartenant à des familles linguistiques très différentes (le français, langue indo-européenne, et l'arabe, langue sémitique) pouvait influencer les performances aux tests cognitifs, et ainsi tester la spécificité des résultats observés lors de la première étude.

Le choix des bilingues franco-arabophones répond à plusieurs motivations. Tout d'abord, l'arabe et le français sont des langues qui présentent des structures grammaticales, phonologiques et lexicales très distinctes, par exemple l'écriture de droite à gauche en arabe, l'absence de voyelles écrites en arabe standard, ou encore la structure morphologique riche de l'arabe avec ses racines consonantiques, contrastant avec la morphologie plus analytique du

français, ce qui permet d'examiner si cette grande différence linguistique influence différemment les mécanismes cognitifs comparé aux paires qui maîtrisent des langues plus proches**, co**mme le français et l'italien, ou l'espagnol et le portugais, qui partagent des racines latines communes et une structure grammaticale similaire.). En particulier, cette nouvelle étude permet d'analyser si les processus d'inhibition et de flexibilité cognitive, souvent sollicités chez les bilingues, sont davantage sollicités ou modulés par cette complexité linguistique. Par exemple, l'enfant bilingue franco arabophone pourrait devoir inhiber des systèmes d'écriture et de phonologie très différents, ou encore passer d'un système vocalique explicite à un système implicite, ce qui mobilise davantage ses capacités d'adaptation cognitive. De plus, en prenant en compte le contexte biculturel des bilingues franco-arabophones, cette étude cherche à déterminer comment l'exposition simultanée à deux systèmes culturels distincts pourrait également affecter les compétences cognitives, telles que le traitement des conflits sociaux et langagiers, la prise de perspective, et les stratégies de résolution de problèmes. Ces éléments offrent ainsi une opportunité unique de comparer l'influence de la diversité linguistique et culturelle sur le développement cognitif des enfants, en tenant compte de leur usage fréquent des deux langues dans des contextes sociaux variés.

1. Objectifs et hypothèses

Dans cette seconde partie de l'étude, l'objectif principal était d'analyser plus en profondeur les effets du bilinguisme sur le fonctionnement cognitif, en tenant compte des spécificités linguistiques et culturelles, en intégrant notamment les contextes d'acquisition, d'usage quotidien, et l'exposition simultanée à deux systèmes de référence langagiers et culturels distincts. Nous avons porté notre attention sur un groupe de bilingues franco-arabophones, afin de mieux comprendre comment la combinaison de deux langues issues de familles linguistiques et culturelles distinctes (comme le français, langue indo-européenne à alphabet latin, et l'arabe, langue sémitique à écriture de droite à gauche) influence le développement et le contrôle des capacités cognitives. Un objectif spécifique était d'examiner si la distance linguistique et typologique entre l'arabe et le français pouvait moduler les capacités inhibitrices et les stratégies de récupération de l'information, comparé aux résultats observés chez les bilingues d'autres langues. Ce choix s'appuie sur la complexité morphosyntaxique propre à l'arabe (notamment le système verbal riche en affixes, racines trilitères, conjugaison selon la personne, le genre et le nombre), en contraste avec le système verbal plus linéaire et

analytique du français. Cette différence structurelle peut engendrer une sollicitation cognitive plus importante lors du traitement, de l'inhibition et de la navigation entre les deux langues. En prenant en compte à la fois la dimension linguistique et culturelle, à travers le recueil de données sur l'usage des langues dans les contextes scolaire, familial et communautaire, ainsi que les habitudes culturelles associées à chaque langue, cette étude vise à établir un profil comportemental d'erreurs unique à ce groupe de bilingues, tout en comparant leurs performances avec celles des monolingues francophones. Cette approche qualitative, s'appuyant sur l'analyse détaillée des erreurs et des réponses cognitives, permet d'explorer comment les particularités du bilinguisme franco-arabophone peuvent influencer non seulement l'inhibition, mais aussi la flexibilité mentale. Ces deux fonctions étant essentielles pour comprendre en quoi le bilinguisme, notamment lorsqu'il est associé à une dualité culturelle, façonne le développement cognitif des enfants. De plus, le choix d'étudier l'arabe dans cette étude renvoie à l'arabe dialectal majoritairement utilisé à l'oral dans le quotidien familial, en alternance avec le français dans le contexte scolaire. L'arabe littéraire ou standard, bien que souvent présent à l'écrit ou dans certains contextes médiatiques, ne constitue pas la langue d'usage principal chez les participants. Cette distinction est importante, car elle affecte le degré d'automaticité langagière et les processus cognitifs mobilisés lors du traitement des énoncés verbaux de la langue.

2. Interprétation des Résultats du Groupe 1.2 (enfants de 6 ans à 7 ans et 11 mois)

Les résultats du test de Stroop-Victoria ont été analysés à l'aide d'un test T de Student pour échantillons indépendants (Voir Tableau 10) afin de comparer les performances en termes de temps de traitement, erreurs, et inhibition cognitive entre enfants bilingues franco-arabophones et enfants monolingues francophones.

Il est toutefois essentiel de rappeler que les analyses statistiques réalisées sur des échantillons très restreints (n = 9 par groupe) doivent être interprétées avec prudence. Les résultats obtenus ne permettent pas de tirer des conclusions généralisables, mais sont indicatifs d'une tendance, offrant ainsi des pistes de réflexion pour de futures recherches.

Temps de réalisation totale

Le temps de réalisation est significativement inférieur chez les bilingues (p = 0.03), ce qui indique un traitement cognitif plus rapide dans l'ensemble des tâches. Ce résultat renforce l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme peut être associé à une plus grande efficience cognitive, même si cette interprétation reste à confirmer sur un échantillon plus large (voir Figure 28).

Planche 1 – Couleurs (dénomination sans interférence)

La e p-value de 0.06 indique une tendance proche de la signification, avec un temps de réponse légèrement inférieur chez les bilingues. Cette tâche implique une dénomination simple, sans conflit cognitif, et les résultats suggèrent une possible vitesse de traitement légèrement supérieure chez les bilingues, sans toutefois atteindre le seuil de signification statistique.

Planche 2 – Mots (lecture de mots neutres)

La p-value de 0.67 ne montre aucune différence significative de temps de réalisation entre les groupes. Cette planche ne présente pas de conflit inhibiteur, et les performances temporelles des deux groupes sont équivalentes, ce qui suggère que le bilinguisme ne modifie pas la performance sur une tâche automatique de lecture.

Planche 3 – Interférence (conflit cognitif)

La p-value de 0.56 indique l'absence de différence statistique sur la planche d'interférence. Les enfants bilingues et monolingues présentent des performances temporelles et en termes d'erreurs similaires sur cette tâche qui mobilise les capacités d'inhibition cognitive, ce qui pourrait refléter un profil comparable de régulation des interférences dans ce sous-groupe d'âge.

Erreurs totales – Comparaison intergroupes

La tendance observée (p = 0.08) montre que les enfants bilingues ont commis moins d'erreurs que les monolingues sur l'ensemble du test. Bien que la différence ne soit pas statistiquement significative, cette tendance suggère une meilleure capacité de contrôle inhibiteur et une régulation plus efficace des conflits attentionnels chez les bilingues franco-arabophones.

Nombre moyen (erreurs-types) total d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 1.2)

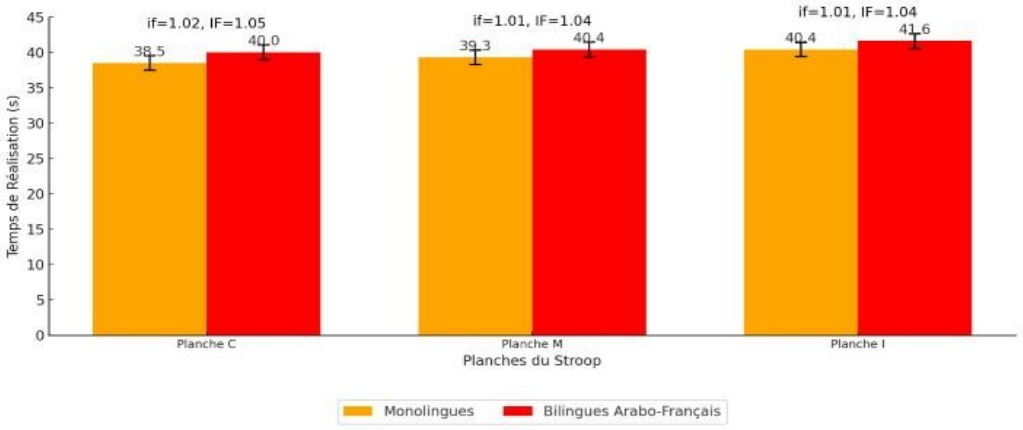


Figure 28

Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) total d'erreurs entre bilingues franco arabophones et monolingues francophones (Groupe 1.2)

Note. *Ce graphique représente le nombre total d'erreurs commises au Stroop-Victoria, incluant à la fois les erreurs corrigées et les erreurs non corrigées, pour les enfants du Groupe 1. Les bilingues franco-arabophones montrent une tendance à produire moins d'erreurs que leurs homologues monolingues, notamment sur la planche d'interférence, suggérant une meilleure gestion des interférences cognitives, bien que la différence ne soit pas significative sur le plan statistique (p = 0.08). Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Tableau 10

Temps moyen de Réalisation (en seconde) selon le groupe linguistique 1

	Groupes	
	Monolingues	Bilingues
Temps moyen total (s)	118.2 (SD = 5.0 ; E = 19)	122 (SD = 4.9 ; E = 16)
Planche C	38.5 (SD = 1.6 ; E = 6)	40.0 (SD =1.7 ; E = 5)
Planche M	39.3 (SD = 1.7 ; E = 6)	40.4 (SD = 1.6 ; E = 5)
Planche I	40.4 (SD = 1.8 ; E = 7)	41.6 (SD = 1.7 ; E = 6)
if (Indice faible)	1.02	1.01
IF (Indice forte)	1.05	1.04

Note. s = seconde; if = indice de flexibilité cognitive.

Tableau 11

Test des échantillons indépendants – Groupe 1.1.

Variables comparées	t	ddl	p(bilatéral)
Temps Moyen de réalisation Totale	.48	18	0.03*
Temps de réalisation-Planche 1(Couleurs)	.52	18	0.06
Temps de réalisation-Planche 2(Mots)	.42	18	0.67
Temps de réalisation-Planche 3 (Interférence)	.58	18	0.56
Erreurs Totales (Toutes planches)	1.84	18	0.08

Note. t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = valeur de signification bilatéral.

Comparaison du nombre moyen d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones

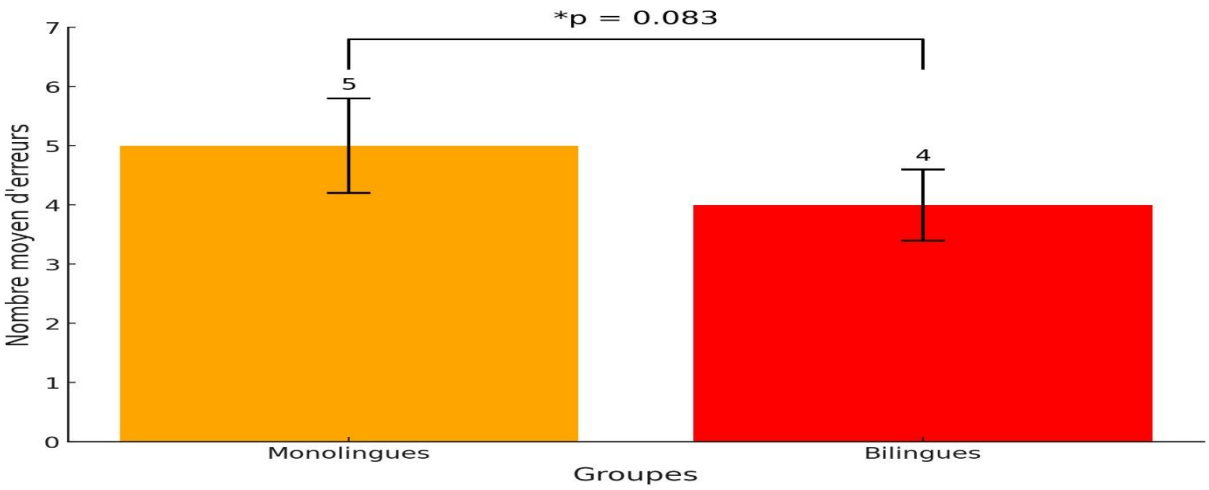


Figure 29

Comparaison du nombre moyen (erreurs-type) d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 1.2)

Note. *Ce graphique représente le nombre total d'erreurs commises au Stroop-Victoria, incluant à la fois les erreurs corrigées et les erreurs non corrigées, pour les enfants du Groupe 1.2. Les bilingues franco-arabophones montrent une tendance à produire moins d'erreurs que leurs homologues monolingues, notamment sur la planche d'interférence, suggérant une meilleure gestion des interférences cognitives, bien que la différence ne soit pas significative sur le plan statistique (p = 0.08). Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Les résultats suggèrent que les enfants bilingues et monolingues pourraient présenter des différences de performance en termes de temps de réalisation sur les tâches de base du StroopVictoria. Toutefois, en raison de la taille réduite de l'échantillon, ces observations doivent être interprétées avec réserve et ne peuvent être généralisées.

- Planche 1 correspond à la dénomination de couleurs sans interférence,

- Planche 2 à la lecture de mots neutres sans conflit lexical.

Pour ces deux tâches dites non conflictuelles, les enfants bilingues présentent des temps de réalisation légèrement inférieurs à ceux des enfants monolingues, ce qui suggère une tendance vers une meilleure efficacité de traitement. Néanmoins, ces différences ne sont pas statistiquement significatives et doivent être considérées comme indicatives d'une tendance, plutôt que comme des résultats concluants.

Pour la Planche 3, qui implique une interférence cognitive (dénomination de la couleur de mots écrits dans une autre couleur), une tendance significative est également observée, avec des bilingues légèrement plus rapides, bien que cette différence ne soit pas appuyée par une significativité statistique formelle.

D'un point de vue qualitatif, le nombre d'erreurs est similaire entre les deux groupes, mais les bilingues accomplissent les tâches en moins de temps, ce qui montre une meilleure régulation des interférences et une efficience cognitive accrue, notamment sur la planche d'interférence.

Ces résultats semblent aller dans le sens de l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme pourrait être associé à un avantage spécifique dans les capacités d'inhibition, notamment dans des tâches impliquant la suppression de réponses automatiques. Toutefois, en raison de la taille restreinte de l'échantillon, ces données doivent être interprétées avec précaution et considérées comme indicatives d'une tendance, sans pouvoir étayer de conclusion définitive.

Analyse des indices d'interférence

Les indices d'interférence permettent de comparer les performances relatives entre les planches

: ● Indice d'interférence faible (I/C) = Planche M / Planche C

- Indice d'interférence forte (I/M) = Planche I / Planche M

Ces valeurs indiquent que les deux groupes présentent des profils très proches, avec des différences minimes dans l'effet d'interférence cognitive. Les bilingues franco-arabophones semblent légèrement moins affectés par le conflit interférentiel, bien que l'écart reste modeste.

Les enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones présentent donc des performances globalement similaires, avec une légère supériorité des bilingues en termes de temps de traitement, comme illustré dans la Figure 29. Cette tendance mérite d'être explorée plus en profondeur sur des échantillons plus larges.

Les résultats de ces analyses suggèrent que le bilinguisme n'a pas d'effet significatif sur les performances des sujets dans les tâches de dénomination de couleurs, de mots, ou d'interférence, bien qu'il puisse y avoir une légère tendance pour ce qui concerne les erreurs (voir Figure 30).

3. Interprétation des Résultats du Groupe 2.2 (enfants de 8 ans à 10 ans et 11 mois)

Les résultats du test de Stroop-Victoria ont été analysés à l'aide d'un test T de Student pour échantillons indépendants (Voir Tableau 12) afin de comparer les performances en termes de temps de traitement, erreurs, et inhibition cognitive entre enfants bilingues franco-arabophones et enfants monolingues francophones.

Temps de réalisation totale

Le temps de réalisation est significativement inférieur chez les bilingues ($p = 0.002$), ce qui indique un traitement cognitif plus rapide dans l'ensemble des tâches. Ce résultat renforce l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme peut être associé à une plus grande efficience cognitive, même si cette interprétation reste à confirmer sur un échantillon plus large (voir Figure 30).

Planche 1-Couleurs (dénomination sans interférence)

La p-value de 0.000 indique une différence de vitesse de traitement significative, avec un temps de réponse inférieur chez les bilingues. Cette tâche implique une dénomination simple, sans conflit cognitif, et les résultats suggèrent une vitesse de traitement supérieure chez les bilingues **(**voir Tableau 13).

Planche 2-Mots (lecture de mots neutres) :

Le p-value de 0.01 indique également une différence significative de temps de réalisation entre les groupes. Cette planche ne présente pas de conflit inhibiteur, et les performances temporelles des bilingues sont supérieures à celles des monolingues, ce qui suggère que le bilinguisme peut modifier la performance sur une tâche automatique de lecture.

Planche 3 - Interférence (conflit cognitif) :

Le p-value de 0.06 indique une tendance proche de la signification, sur la planche d'interférence, suggérant que les bilingues pourraient être légèrement plus performants sur cette tâche mobilisant l'inhibition cognitive, bien que la différence n'atteigne pas le seuil conventionnel de significativité.

Erreurs totales - Comparaison intergroupes

Le p-value de 0.87 indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes concernant le nombre total d'erreurs (corrigées et non corrigées), ce qui confirme les observations déjà formulées dans le Groupe 1.1.

Nombre moyen (erreurs-types) total d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 2.2)

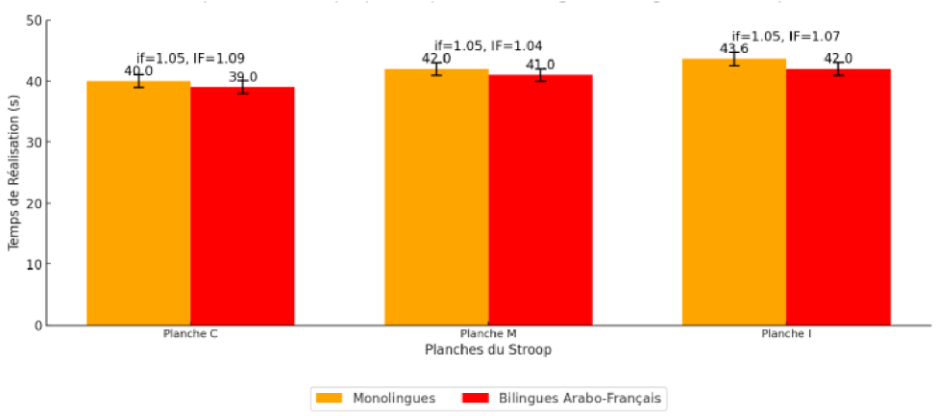


Figure 30

Comparaison des temps moyen (erreurs-type) de réalisation de la tâche de Stroop chez les sujets bilingues arabo-francophones et monolingues francophones (Groupe 2.2), âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.

Note. *Ce graphique représente le nombre total d'erreurs commises au Stroop-Victoria, incluant à la fois les erreurs corrigées et les erreurs non corrigées, pour les enfants du Groupe 2. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Tableau 12

Temps de Réalisation moyen (en seconde) selon le groupe linguistique

	Groupes	
	Monolingues	Bilingues
Temps moyen (s)	124.5 (SD= 5.3; E=21)	121.5 (SD= 5.3; E=18)
Planche C	40.1(SD = 1.8 ; E = 7)	39.0 (SD =1.7 ; E = 6)
Planche M	42 (SD = 1.7 ; E = 7)	41(SD = 1.6 ; E = 6)
Planche I	43.6 (SD = 1.8 ; E = 7)	42 (SD = 1.7 ; E = 6)
if (Indice faible)	1.05	1.05
IF (Indice forte)	1.09	1.07

Note. s = seconde; if = indice de flexibilité cognitive.

Tableau 13

Test des échantillons indépendants – Groupe 2.2

Variables comparées	t	ddl	p (bilatéral)
Temps moyen de réalisation totale	3.29	34	0.002
Temps-Planche 1(Couleurs)	4.25	34	0.00
Temps-Planche 2 (Mots)	2.50	34	0.01
Temps-Planche 3 (Interférence)	1.93	34	0.06
Erreurs Totales (3 planches	1.15	34	0.87

Note. t = valeur du test t de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = valeur de signification bilatérale.

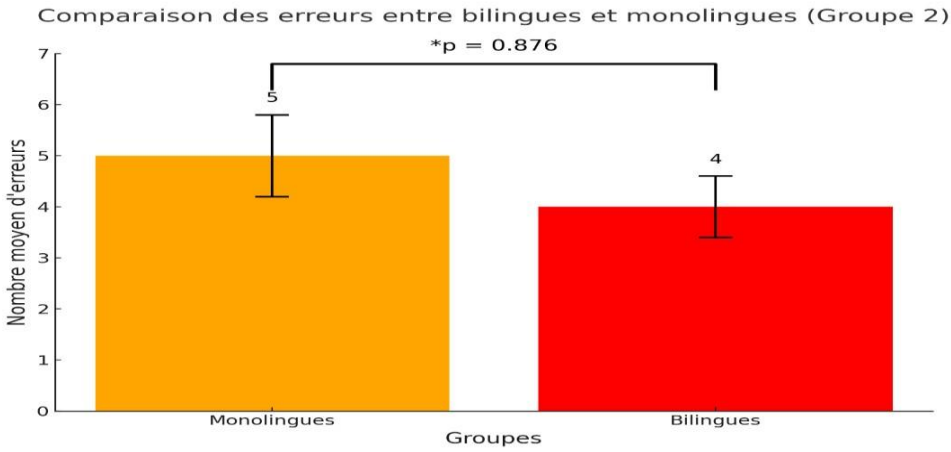


Figure 31

Comparaison des erreurs (erreurs-type) d'erreurs entre bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 2.2)

Note. *Ce graphique représente le nombre total d'erreurs commises au Stroop-Victoria, incluant à la fois les erreurs corrigées et les erreurs non corrigées, pour les enfants du Groupe 2.2.Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Limites et précautions d'interprétation

Les résultats de cette étude doivent être interprétés avec prudence. Les analyses réalisées reposent sur des comparaisons intergroupes et ne permettent pas d'inférer de relations causales entre la pratique du bilinguisme et les performances observées aux tâches d'inhibition. Par ailleurs, la taille des sous-groupes et l'hétérogénéité des profils bilingues constituent des éléments susceptibles d'influencer les résultats. Enfin, bien que les groupes aient été appariés en âge et selon certains critères socio-environnementaux, d'autres variables contextuelles, telles que la fréquence d'usage des langues ou les pratiques langagières familiales, peuvent également intervenir dans les performances mesurées.

V. Conclusion de l'étude expérimentale 1

Cette première étude expérimentale a permis d'examiner, à l'aide du test du Stroop-Victoria, les différences de performance entre enfants monolingues francophones et enfants bilingues (notamment un sous-groupe franco-arabophone). Le design expérimental a intégré l'analyse des

temps de traitement, du nombre et type d'erreurs, et des indices d'interférence, apportant une lecture fine des mécanismes cognitifs en jeu. Les résultats indiquent que le bilinguisme pourrait favoriser une efficience plus importante, notamment chez les enfants plus âgés. Si les performances sur les tâches de base sont similaires entre les groupes, les bilingues montrent une meilleure vitesse d'exécution, et une capacité de régulation des conflits légèrement supérieure. La distinction entre erreurs corrigées et non corrigées permet en outre d'évaluer le contrôle inhibiteur en termes de prise de conscience et de réparation. Enfin, les spécificités du bilinguisme franco-arabophone (structure linguistique, dualité culturelle) offrent une piste d'interprétation pertinente : la gestion quotidienne de deux langues très différentes pourrait solliciter davantage les fonctions exécutives impliquées dans la sélection, l'inhibition et la flexibilité mentale.

Dans la continuité de cette première étude centrée sur l'inhibition, la deuxième étude expérimentale vise à explorer plus directement la flexibilité mentale. Elle repose sur la même logique : comparer les enfants bilingues et monolingues, mais cette fois-ci à travers une tâche adaptée à l'alternance cognitive, pour déterminer si le bilinguisme amène à une meilleure adaptation à des consignes changeantes ou à une organisation plus souple de l'information. Il s'agit de l’épreuve de fluence verbale.

Cette transition permet d'approfondir le modèle exécutif du bilinguisme, en élargissant l'analyse aux différentes composantes de la cognition contrôlée.

Etude expérimentale 2 : Comparaison de la flexibilité mentale des enfants bilingues et monolingues dans l'épreuve de fluence verbale

Lors de la seconde étude, les participants ont été soumis à une épreuve de fluence verbale comprenant une tâche de fluence lexicale et une tâche de fluence catégorielle, selon le protocole de Cardebat et al. (1990). Cette épreuve vise à évaluer la production spontanée de mots sous différentes contraintes sémantiques, offrant un cadre pertinent pour mesurer la flexibilité cognitive, les stratégies de récupération en mémoire à long terme, la richesse lexicale ainsi que la capacité à résoudre des conflits conceptuels chez les jeunes apprenants. Le choix de comparer les performances des enfants bilingues à celles des monolingues au sein de ces deux épreuves repose sur une démarche comparative visant à mieux comprendre comment l'environnement linguistique peut influencer le développement des compétences verbales et cognitives. Les enfants bilingues, exposés à deux langues distinctes dans leur quotidien, sont susceptibles d'être confrontés à des défis particuliers en ce qui concerne la recherche et la production lexicale, en raison de la nécessité de maîtriser deux systèmes linguistiques en parallèle alors que les enfants monolingues, , n'ont qu'une seule langue à traiter. Par conséquent, cette étude offre l'opportunité de distinguer les processus cognitifs impliqués dans la production lexicale chez ces deux groupes linguistiques, tout en contribuant à notre compréhension des adaptations cognitives potentielles qui se manifestent au sein d'un environnement bilingue et monolingue. Ces investigations s'inscrivent dans la lignée de recherches antérieures (Luo, Luk, Bialystok, 2010) qui ont exploré les implications du bilinguisme sur le développement langagier et cognitif des enfants, tout en élargissant notre connaissance des mécanismes sous-tendant la production lexicale et la flexibilité conceptuelle chez les jeunes apprenants.

Cette deuxième étude a pour finalité d'explorer la capacité des enfants à accéder à leur répertoire lexical en générant le maximum de mots possibles. Il s'agit d'évaluer, en partie, la

mémoire sémantique, c'est-à-dire leur capacité à organiser, structurer et mobiliser les connaissances lexicales stockées en mémoire à long terme. La fluence verbale permet ainsi d'examiner comment les enfants explorent leur réseau sémantique, en accédant rapidement à des catégories lexicales ou à des champs associatifs, ce qui renseigne sur la richesse de leur vocabulaire, la cohérence de leurs associations mentales et leur aisance à naviguer dans différentes zones du lexique mental. Cette tâche, qui impliquerait alors des processus dépendant du lobe frontal tels que la flexibilité mentale, est inspirée des études de Troyer, Moscovitch et Winocur (1997). Il s'agit de mettre en évidence, avec une méthode d'analyse qualitative, des processus : (i) de production de mots appartenant à une sous-catégorie sémantique « le clustering », processus temporal de la mémoire verbale sémantique (production de mots appartenant à une même sous-catégorie) ; et (ii) la capacité de passer d'un groupement à un autre le « switching » (passage d'une catégorie à une autre), permettant d'évaluer rapidement l'intégrité du stock lexico-sémantique et les processus stratégiques de récupération des mots en mémoire.

I. Objectifs et hypothèses

Cette seconde étude vise à déterminer si le bilinguisme, en raison de la gestion simultanée de deux systèmes linguistiques, confère un avantage cognitif en termes de flexibilité mentale et d'inhibition, spécifiquement dans le cadre des tâches de fluence verbale. Contrairement aux études précédentes qui portaient sur la vitesse de traitement cognitif ou la résistance à l'interférence (comme dans le test Stroop ou les épreuves de mémoire de travail), cette étude se centre sur les capacités d'accès lexical, de changement de stratégie et de navigation entre catégories, mobilisées dans les tâches de fluence sémantique et lexicale.

Les travaux antérieurs (Troyer et al., 1997) ont souligné que la fluence verbale engage conjointement les lobes temporaux et frontaux, impliquant à la fois la mémoire sémantique et les fonctions exécutives (planification, flexibilité mentale, inhibition). En ce sens, l'étude vise à explorer si les enfants bilingues présentent, comparés à leurs pairs monolingues, une plus grande souplesse cognitive et une rapidité d'accès au lexique, notamment lors des phases de switching entre sous-catégories.

Deux questions spécifiques guident cette recherche :

1– Les enfants bilingues, de par leur exposition à deux langues, présentent-ils une plus grande flexibilité cognitive et un accès lexical plus rapide que les enfants monolingues ? 2– Cette flexibilité est-elle modulée par la langue d'expression (L1 ou L2), indiquant un effet potentialisé dans la langue dominante ou, inversement, dans la langue la moins automatisée, en raison d'un engagement exécutif plus marqué (Prior & MacWhinney, 2010) ?

Ainsi, cette étude permet d'examiner si les effets du bilinguisme sur les fonctions exécutives se traduisent de manière spécifique dans le domaine langagier, et si ces effets varient selon la langue mobilisée lors de la tâche.

Variables de l'expérimentation 2 : (Flexibilité – Fluence verbale) :

Variables indépendantes et dépendantes

Dans cette étude, les variables indépendantes sont le groupe linguistique (enfants bilingues vs enfants monolingues) et la tranche d'âge (6 ans à 7 ans et 11 mois ; 8 ans à 10 ans et 11 mois). Les variables dépendantes correspondent aux performances aux épreuves de fluence verbale, incluant le nombre de mots produits et les indicateurs d'erreurs ou de répétitions, selon les modalités de la tâche.

- VI : groupe linguistique ; tranche d'âge ; bilinguisme précoce
- VD : nombre de mots, erreurs, répétitions, score net

II. Méthode

1. Participants

Cette expérimentation a nécessité de réaliser deux études : la première étude se compose de deux groupes d'enfants bilingues toutes langues confondues et monolingues francophones, et la seconde étude se compose de deux groupes d'enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones. Les participants de ces deux études sont répartis selon deux tranches d'âge comme suit : 6 ans à 7 ans et 11 mois, puis 8 ans à 10 ans et 11 mois.

Etude 1 : avec 2 groupes d'enfants composés des sujets bilingues ayant appris dès la naissance le français ainsi qu'une seconde langue et des sujets monolingues francophones, âgés de 6 à 10 ans, dont la répartition de l'âge est comme suit :

Groupe 1.1 : est constitué de 88 participants, âgés entre 6 ans et 7 ans et 11 mois (M= 6 ans et 9 mois; ET = 0.54 ; E = 2.2) scolarisés en Cycle 2 (CP, CE1, CE2) ; 38 filles et 50 garçons. La

moitié du groupe est monolingue francophone (n=44), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M = 6 ans et 9mois ; ET = 0.55 ; E= 1.9); 24 garçons et 20 filles, et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=44) qui parle, entende, le français et une autre langue depuis la naissance (M = 6 ans et 8 mois ; ET = 0.54, E= 2.2) ; 26 garçons et 18 filles. Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 14).

Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes en contrôlant des variables telles que l'âge, ainsi que l'origine socio-économique et socioprofessionnelle, sur la base d'informations déclarées par les parents et/ou recueillies via un questionnaire sociodémographique standardisé. Cette démarche visait à limiter les biais de sélection et à assurer une comparabilité maximale entre les groupes bilingue et monolingue.

Tableau 14

Caractéristiques du groupe 1.1 (6 ans à 7 ans et 11 mois)

Groupe	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	44	6.9	1.9	0.55	24/20
Bilingues	44	6.8	2.2	0.54	26/18
Total Enfants	88	6.9	2.2	0.54	50/38

Note. *N* = nombre de participants ; *M* = moyenne d'âge; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

Groupe 2.1 : est constitué de 58 participants (répartition filles/garçons) âgés entre 8 ans et 10 ans et 11 mois (M= 10 ans et 7 mois ET=0,59 ; étendue = 2,10.) scolarisés en Cycle 3 (CM1, CM2) ; (25 garçons et 33 filles). La moitié du groupe est monolingue francophone (n=29), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M = 10 ans et 9 mois ; ET =0,65 ; E= 2,10); 11 garçons et 18 filles, et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=29) qui a parlé, entendu, le français et une autre langue depuis la naissance (M =10 ans et 5 mois ; ET = 0,53, E=1,70) ; 14 garçons et 15 filles. Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 14).

Tableau 15

Caractéristiques du groupe 2.1 (8 ans à 10 ans et 11 mois)

Groupes	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	29	10.09	0.65	2.1	11/18
Bilingues	29	10.05	0.53	1.7	14/15
Total	58	10.07	0.59	2.1	25/33

a) *Note*. *N* = nombre de participants ; *Moy* = moyenne ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

Etude 2 : deux groupes d'enfants composés de participants bilingues franco-arabophone ayant été exposé dès la naissance à une seconde langue, l'arabe, et des sujets monolingues francophones, âgés de 6 à 10 ans. La répartition de l'âge suit le même schéma que le premier type.

Groupe 1.2 : est constitué de 60 participants, âgés entre 6 ans et 7 ans et 11 mois (M=6 ans et 9 mois ; ET=0.58 ; Ee=2.7) scolarisés en Cycle 2 (CP, CE1 & CE2) ; (33 garçons et 27 filles). La moitié du groupe est monolingue francophone (n=30), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance (M=6 ans et 8mois ; ET=0.58 ; E=2.4 ; 16 Garçons et 14 filles), et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=30) qui a parlé, entendu, le français et l'arabe depuis la naissance (M=7 ans et 4 mois ; ET=0.58 ; Ee=2.4 ; 17 garçons et 13 filles. Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 16).

Tableau 16

Caractéristiques du groupe 1.2 (6 ans à 7 ans et 11 mois)

Groupe	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	30	6.8	0.68	2.4	16/14
Bilingues	30	7	0.58	2.4	17/13
Total	60	6.9	0.58	2.7	33/27

Note. *N* = nombre de participants ; *M* = moyenne d'âge ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

Groupe 2.2 : est constitué de 40 participants (répartition filles/garçons) âgés entre 8 ans et 10 ans et 11 mois (M= 9 ans 3 mois; ET=0.85 ; E=2.8) scolarisés en Cycle 3 (CM1, CM2), ; 20 garçons et 20 filles ; La moitié du groupe est monolingue francophone (n=20), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis sa naissance M=9 ans et 11mois ; ET=0.90 ; E=1 ; dont 12 garçons et 8 filles), et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=20) qui a parlé, entendu, le français et l'arabe depuis la naissance (M=9.51 ; ET=0.77 ; E=2.7 ; 8 garçons et 12 filles). Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 17).

Tableau 17

Caractéristiques du groupe 2 (8 ans à 10 ans et 11 mois)

Variable	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	20	9.11	0.90	1	12/8
Bilingues	20	9.5	0.77	2.7	8/12
Total	40	9.3	0.85	2.8	20/20

b) *Note. N* = nombre de participants ; *M* = moyenne d'âge ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

2. Matériel

L'épreuve de fluence verbale, initialement développée par Thurstone et al. (1938) sous forme écrite, a été adapté en version orale par Benton et al. (1967) pour évaluer la capacité des individus à accéder rapidement à leur répertoire lexical. Ce test a pour objectif de mesurer l'efficacité du sujet à générer un maximum de mots en un temps donné, et il existe sous deux principales modalités : la fluence phonologique et la fluence sémantique. La fluence phonologique consiste à produire des mots débutant par une lettre spécifique, tandis que la fluence sémantique demande de générer des mots appartenant à une catégorie donnée (ex : les animaux). Ces deux types de fluence sont couramment utilisés dans les contextes d'évaluation neuropsychologique car ils permettent d'évaluer non seulement l'accès lexical mais aussi des fonctions exécutives comme la mémoire de travail, l'inhibition et la flexibilité cognitive. La fluence phonologique sollicite davantage de stratégies lexicales, tandis que la fluence

sémantique repose sur l'activation de réseaux conceptuels plus structurés, facilitant ainsi la récupération des mots. Les performances en fluence verbale sont influencées par des facteurs cognitifs tels que la vitesse de traitement, les fonctions exécutives, la mémoire sémantique, et l'intelligence verbale. Ces tâches sont sous tendues par des régions cérébrales distinctes, impliquant notamment le lobe frontal pour la planification et l'inhibition (pour la fluence phonologique), et le lobe temporal pour l'accès sémantique. Des études ont montré que des pathologies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer affectent plus sévèrement la fluence sémantique, tandis que des troubles psychiatriques comme la schizophrénie peuvent toucher les deux modalités, selon le stade et les symptômes cliniques du patient. Le test de fluence verbale est donc un outil précieux pour le diagnostic différentiel entre diverses conditions cliniques.

Le recours au test de fluence verbale dans le cadre de cette thèse est motivé par plusieurs raisons. Premièrement, il constitue une mesure standardisée et largement validée des capacités langagières et cognitives, adaptée à l'évaluation des enfants bilingues et monolingues, population ciblée par notre étude. Le test permet d'évaluer l'accès lexical et la flexibilité cognitive, des aspects essentiels pour comprendre les différences potentielles entre ces deux groupes dans le développement du langage et la catégorisation sémantique.

Deuxièmement, le test de fluence verbale offre une analyse fine des mécanismes cognitifs sous-jacents, tels que le clustering (regroupement de mots en sous-catégories) et le switching (passage d'une sous-catégorie à une autre). Ces processus sont particulièrement pertinents pour tester l'hypothèse selon laquelle les enfants bilingues, en raison de leur exposition à deux systèmes linguistiques, démontrent une plus grande flexibilité cognitive et une capacité d'accès plus rapide à leur répertoire lexical que les enfants monolingues.

Troisièmement, l'utilisation de ce test permet d'explorer les implications du bilinguisme sur le développement cognitif en termes de récupération lexicale et de planification sémantique, offrant des indicateurs précieux pour évaluer l'impact du bilinguisme sur les fonctions exécutives et la structure cognitive du lexique chez les jeunes enfants. Par conséquent, le test de fluence verbale est un outil clé pour valider les hypothèses de cette recherche, tout en fournissant des données objectives et comparables à des études antérieures sur la fluence verbale.

3. Procédure

Dans le dispositif expérimental de la fluence verbale catégorielle et lexicale (Cardebat D, et al. 1990), l'expérimentateur est placé face au sujet séparé par une table sur laquelle sont disposées les planches de Fluences. *L'ordre de passation est aléatoire, trois critères sémantiques ont été retenus : « Animaux » considéré comme riche en items, « Meubles » considéré comme pauvre en items et « Fruits » considéré comme intermédiaire. Une fluence lexicale et une fluence catégorielle suffisent en clinique courante pour se faire une idée.*

Pour la fluence Lexicale, consignes :

« Vous allez devoir me dire le plus de mots français possibles, soit des noms, soit des verbes, soit des adjectifs, etc... commençant par la lettre que je vais vous donner et ceci en deux minutes. Ne dites pas des mots de la même famille, des noms propres et ne vous répétez pas…. Par exemple avec la lettre L, vous pouvez dire Lune, Laver, Laborieuse, ...Avez-vous bien compris ? ……».

Pour la fluence Sémantique ou catégorielle, consignes :

« Vous allez devoir me dire le plus de noms que vous connaissez, dans la catégorie que je vais vous donner et ceci en deux minutes ; sans noms de la même famille, et sans répétitions…. Par exemple pour la catégorie des Fleurs, vous pouvez me dire Rose, Dahlia, Violette ...Avez-vous bien compris ?

Déclencher le chronomètre et noter les réponses à la 1ère et à la 2ème minute (noter les réponses correspondant à la 1ère minute et à la 2ème minute). Noter le total des mots produits. Noter le nombre de répétitions. Noter le nombre d'erreurs

Cotation

En fluence catégorielle, « Canard, cane, caneton » seront comptabilisés pour 3 mots produits et 2 erreurs. Cependant, « cheval, jument, poulain » comptent simplement pour trois mots produits. Si un hyperonyme est décliné (nom de la catégorie sémantique), seules les déclinaisons comptent : « animaux, pie, corbeau, perroquet » comptent pour quatre mots

produits et une erreur (« oiseau » doit être considéré comme une erreur, dès lors que le sujet est prévenu).

Le score total est le nombre total de mots produits moins les erreurs ou les répétitions.

Critère de réussite

Le sujet doit donner des noms d'animaux commençant par la lettre qui avait été demandée précédemment.

En cas de mot produit à la 1ère minute et répété à la 2ème minute, le rapporter dans le nombre de répétitions de la 2ème colonne

Analyses

Une comparaison des scores moyens obtenus entre les deux groupes de sujets, va permettre de mettre en valeur la stratégie de récupération des informations dans la mémoire lexicale. Il s'agit d'évaluer, en partie, la mémoire sémantique, et plus spécifiquement, la capacité d'accès au lexique mental. Ces comparaisons seront menées par type de fluence (lexicale vs sémantique) et par catégorie sémantique (riche, pauvre, intermédiaire) afin d'identifier des différences de performance ou de stratégie d'accès lexical. Les variables à considérer sont : Le nombre moyen de mots produits (par type de fluence et par minute), le nombre d'erreurs (hors catégorie, non-respect des consignes), le nombre de répétitions, la différence de production entre la 1ère et la 2ème minute, et enfin le score net final (mots corrects – erreurs – répétitions).

III. Résultats

1. Etude 1 : Étude Comparative des Enfants Bilingues (francophones et langues variées) et monolingues francophones âgés de 6 à 10 ans

Groupe 1.1 : Enfants âgés de 6 à 7 ans et 11 mois : Les données de cette deuxième étude ont été analysés à l'aide d'un Test T pour échantillons indépendants sur le logiciel IBM SPSS, afin de comparer le nombre moyen de mots produits, les erreurs et les répétitions, entre des enfants bilingues ayant acquis une seconde langue précocement (avant l'âge de 3 ans), et des enfants monolingues francophones, tous âgés de 6 à 7 ans et 11 mois. Ces variables permettent d'évaluer

les performances en flexibilité mentale ainsi que l'efficacité d'accès au lexique mental. L'objectif était d'identifier les effets potentiels d'une double exposition linguistique précoce sur les capacités cognitives impliquées dans la récupération stratégique en mémoire sémantique. Les résultats ont montré les moyennes présentées dans le Tableau 18, ci-dessous.

Tableau 18

Données descriptives des performances en fluence verbale chez des enfants bilingues précoces et monolingues francophones (6 à 7 ans 11 mois)

Tâches de Fluence	Groupes	N	M	ET	
Fluence lexicale	Bilingues		44	9.91	5.03
Monolingues			44	10.0	4.21
Fluence catégorielle	Bilingues	44	7.14	5.12	
	Monolingues	44	8.52	6.31	

Note
M = moyenne ; ET = écart-type. Les données ont été recueillies à l'aide de tâches de fluence lexicale (mots commençant par une lettre donnée) et catégorielle (mots appartenant à une même catégorie sémantique), dans le but d'examiner les effets d'une double exposition linguistique précoce sur la flexibilité mentale et l'accès au lexique mental.

Tableau 19

Comparaison du nombre moyen de mots produits en fluence verbale lexicale et catégorielle entre enfants bilingues précoces et monolingues francophones (Groupe 1 : 6 à 7 ans et 11 mois) (voir Figure 32).

Tâche de fluence verbale	t	ddl	p (bilatéral)
Fluence lexicale	0.9	86	0.92
Fluence catégorielle	1.13	86	0.26

Note. t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = valeur de signification bilatéral.

Comparaison des performances au test de fluence verbale-groupe .1.1

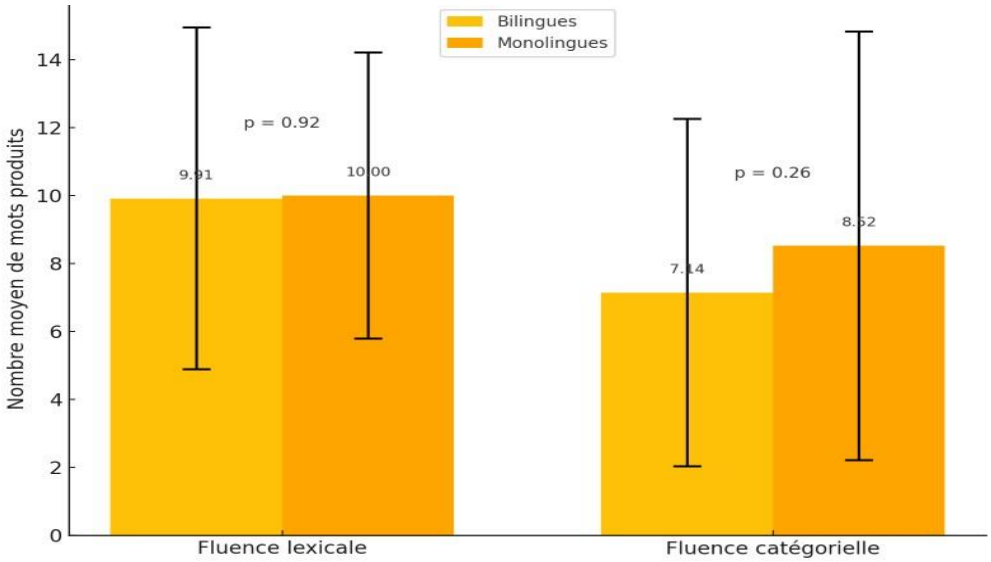


Figure 32

Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence verbale lexicale et catégorielle entre enfants bilingues précoces et monolingues francophones (Groupe 1.1 : 6 à 7 ans et 11 mois)

Note. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.

Interprétation des résultats du Groupe 1.1.

Fluence lexicale

Les résultats montrent que les enfants bilingues précoces ont obtenu une moyenne du nombre de mots produits (M = 9,91 ; ET = 5,03 ; E = 1,58) très proche de celle des enfants monolingues (M = 10,00 ; ET = 4,21 ; E = 1,33) dans la tâche de fluence lexicale. L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les deux groupes (t = 0,90 ; p = 0,92). Cela indique que, malgré une double exposition linguistique précoce, les enfants bilingues ne présentent pas d'avantage particulier en matière d'accès phonologique au lexique mental à cet âge. La production de mots à partir d'un indice phonémique semble donc équivalente entre les groupes.

Fluence catégorielle

Pour la tâche de fluence catégorielle, les enfants monolingues ont produit en moyenne un nombre de mots légèrement supérieur à celui des enfants bilingues (M = 8,52 vs. M = 7,14).

Cependant, cette différence n'est pas statistiquement significative (t = 1,13 ; p = 0,26). Cela suggère que les performances en matière de récupération sémantique, c'est-à-dire la capacité à générer des mots appartenant à une même catégorie, restent globalement comparables entre les deux groupes. Dans ce cas, le bilinguisme précoce ne semble ni freiner ni favoriser l'organisation sémantique ni la flexibilité mentale.

Conclusion de l'étude du groupe 1.1.

En résumé, les résultats de cette comparaison indiquent une absence d'effet significatif du bilinguisme précoce sur les performances en fluence verbale, qu'il s'agisse de la composante phonémique ou sémantique. À cet âge (6 à 7 ans et 11 mois), les enfants bilingues précoces ne se distinguent pas de leurs pairs monolingues dans l'accès au lexique mental. Ces données suggèrent que les bénéfices cognitifs potentiels du bilinguisme peuvent dépendre d'autres facteurs tels que l'intensité de l'exposition, la maîtrise dans chaque langue, ou bien émerger plus tard dans le développement.

Groupe 2.1. : **Enfants âgés de 8 à 10 ans et 11 mois :** Les résultats de l'évaluation en fluence verbale pour le Groupe 2.1 ont été analysés à l'aide d'un test t de Student sur le logiciel IBM SPSS, afin de comparer le nombre moyen de mots produits entre deux groupes : des enfants bilingues ayant acquis une deuxième langue avant l'âge de 3 ans, et des enfants monolingues francophones, tous âgés de 8 à 10 ans et 11 mois. L'objectif était d'évaluer l'impact potentiel du bilinguisme sur les capacités cognitives spécifiques, telles que la flexibilité mentale, la récupération stratégique en mémoire sémantique et l'accès au lexique mental. Les résultats sont présentés dans les Tableaux 20 et 21 et sont illustrés dans la Figure 33.

Tableau 20

Données descriptives des performances en fluence verbale chez des enfants bilingues précoces et monolingues francophones (8 à 10 ans 11 mois)

Tâches de Fluence	Groupes	N	M	ET
Fluence lexicale	Bilingues	30	20.33	6.60
	Monolingues	30	15.63	6.02
Fluence catégorielle	Bilingues	30	16.17	10.33
	Monolingues	30	9.47	5.08

Note :*M = moyenne ; ET = écart-type. Les résultats portent sur des tâches de fluence lexicale (production de mots débutant par une lettre donnée) et catégorielle (mots relevant d'une même catégorie sémantique), visant à explorer les effets potentiels du bilinguisme précoce sur la flexibilité cognitive, la récupération stratégique et l'accès au lexique mental.*

Tableau 21

Analyse inférentiel du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence verbale lexicale et catégorielle entre enfants bilingues précoces et monolingues francophones (Groupe 2.1 : 8 à 10 ans et 11 mois) (voir Figure 33).

Variable (nombre moyen de mots produits) (bilatéral)	t	ddl	sig.(bilatéral)
Fluence lexicale	2.88	58	0.006
Fluence catégorielle	3.14	58	0.003

Note. t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral)=p-value bilatéral.

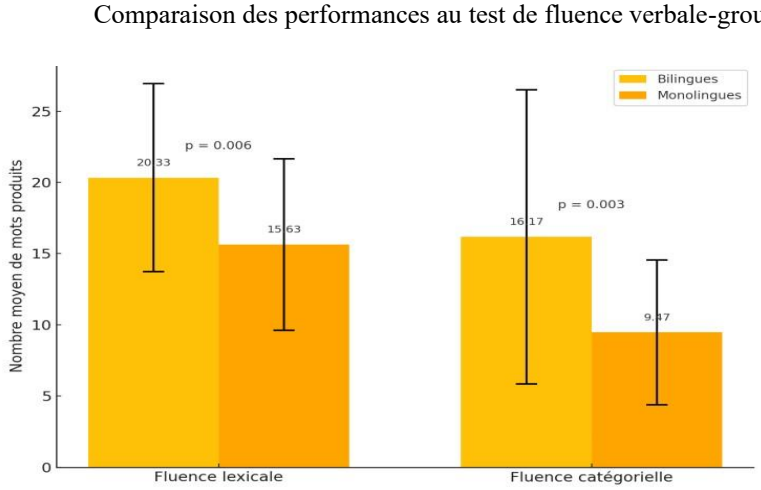


Figure 33

Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence lexicale et catégorielle entre enfants bilingues précoces et monolingues francophones (Groupe 2.1 : 8 à 10 ans et 11 mois) ***Note.*** *Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*

Interprétation des résultats du groupe 2.1.

Fluence lexicale

Les résultats montrent une différence significative du nombre moyen de mots produits en faveur des enfants bilingues précoces dans la tâche de fluence lexicale (t = 2,88 ; p = 0,006). Les enfants bilingues ont produit en moyenne 20,33 mots (ET = 6,60 ; E = 2,20), contre 15,63 mots (ET = 6,02 ; E = 2,01) pour les enfants monolingues. Cette différence indique que les bilingues bénéficient d'un avantage notable dans l'accès phonologique au lexique mental, ce qui pourrait refléter une meilleure flexibilité cognitive et une plus grande efficacité dans la récupération lexicale, potentiellement renforcées par leur double exposition linguistique.

Fluence catégorielle

Les résultats révèlent une différence significative **du nombre moyen de mots produits** dans la tâche de fluence catégorielle, en faveur des enfants bilingues (t = 3,14 ; p = 0,003). Les enfants bilingues ont produit en moyenne 16,17 mots (ET = 10,33 ; E = 3,44), contre 9,47 mots (ET = 5,08 ; E = 1,69) pour les enfants monolingues. Cette performance suggère que les enfants bilingues précoces disposent d'une organisation sémantique plus développée et d'une meilleure stratégie d'accès structuré à leur mémoire lexicale. Cette supériorité pourrait être liée à la stimulation cognitive engendrée par l'usage simultané de deux systèmes linguistiques distincts.

Conclusion de l'étude

En résumé, cette étude montre que les enfants bilingues précoces âgés de 8 à 10 ans et 11 mois présentent des performances significativement supérieures à celles des monolingues dans les deux types de fluence verbale : phonémique et sémantique. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme précoce peut avoir un impact positif sur les fonctions exécutives et les mécanismes de récupération lexicale, particulièrement à un âge où les compétences linguistiques et cognitives sont en pleine consolidation.

1. Etude 2 : Étude enfants bilingues franco-arabophones et enfants monolingues francophones

Groupe 1.2 : Enfants âgés de 6 à 7 ans et 11 mois : Les résultats de l'évaluation en fluence verbale pour le Groupe 1.2 ont été analysés à l'aide d'un test t de Student, à l'aide du logiciel

IBM SPSS, afin de comparer le nombre moyen de mots produits entre des enfants bilingues franco arabophones, ayant acquis les deux langues précocement, et des enfants monolingues francophones. L'objectif de cette étude était de mettre en évidence les effets du bilinguisme sur les capacités cognitives, notamment la flexibilité mentale, l'organisation sémantique, et l'efficacité d'accès au lexique mental, dans un contexte impliquant deux langues de natures linguistiques et culturelles distinctes. Les résultats sont présentés dans le Tableau 22 et 23 et sont illustrés dans la Figure 34.

Tableau 22

Données descriptives des performances en fluence verbale chez des enfants bilingues (francoarabophones précoces) et monolingues francophones (6 à 7 ans 11 mois)

Tâches de Fluence	Groupes	N	M	ET
Fluence lexicale	Bilingues	30	10.07	4.52
	Monolingues	30	9.43	3.35
Fluence catégorielle	Bilingues	30	14.87	8.06
	Monolingues	30	8.47	5.68

Note

M = moyenne ; ET = écart-type. Les résultats portent sur des tâches de fluence lexicale (production de mots débutant par une lettre donnée) et catégorielle (mots relevant d'une même catégorie sémantique), visant à explorer les effets potentiels du bilinguisme précoce sur la flexibilité cognitive, la récupération stratégique et l'accès au lexique mental.

Tableau 23

Analyse inférentielle du nombre moyen de mots produits en fluence verbale lexicale et catégorielle entre enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 1.2 : 6 à 7 ans et 11 mois) (voir Figure 34).

Variable (nombre moyen de mots produits)	t	ddl	sig. (bilatéral)
Fluence lexicale	0.61	58	0.54
Fluence catégorielle	3.55	58	0.001

Note. *t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = valeur de signification bilatérale.*

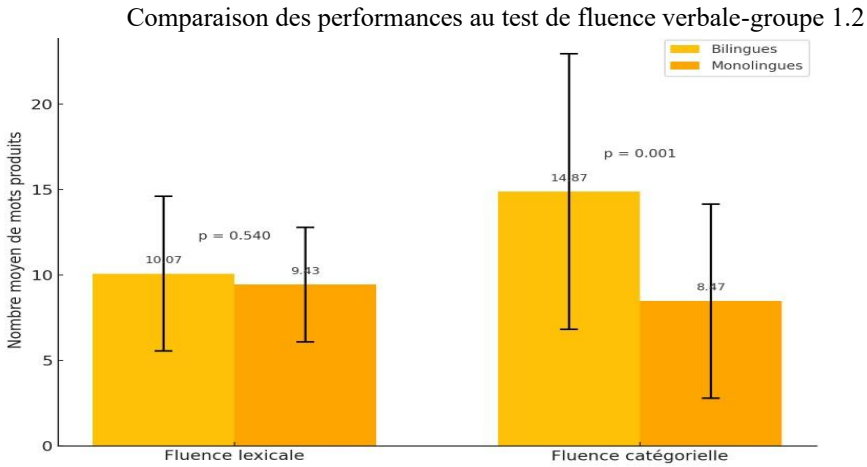


Figure 34

Comparaison du nombre moyen (erreurs-types) de mots produits en fluence lexicale et catégorielle entre enfants bilingues franco-arabophones s et monolingues francophones (Groupe 1 : 6 à 7 ans et 11 mois)

Note. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.

Interprétation des résultats du groupe 1.2.

Fluence lexicale

Les résultats montrent que les enfants bilingues franco-arabophones ont obtenu une moyenne légèrement supérieure (M = 10.07 ; ET = 4.52) à celle des enfants monolingues (M = 9.43 ; ET = 3.35) dans la tâche de fluence lexicale. Toutefois, cette différence n'est pas statistiquement significative (t = 0.61 ; p = 0.54). Cela signifie que, dans cette tâche basée sur un critère phonologique, les deux groupes ont des performances globalement équivalentes. L'exposition précoce à deux langues typologiquement différentes ne semble donc pas conférer d'avantage mesurable dans la capacité à accéder au lexique mental à partir d'un indice phonémique à cet âge.

Fluence catégorielle

En revanche, les résultats de la tâche de fluence catégorielle révèlent une différence statistiquement significative du nombre moyen de mots produits en faveur des enfants bilingues (t = 3,55 ; p = 0,001). Les bilingues ont produit en moyenne 14,87 mots (ET = 8,06 ; E = 2,69),

contre seulement 8,47 mots (ET = 5,68 ; E = 1,89) pour les monolingues. Cette différence indique que les enfants bilingues franco-arabophones présentent un avantage net lorsqu'il s'agit de récupérer des mots à partir d'un cadre sémantique. Ce résultat suggère une meilleure structuration de la mémoire sémantique et une plus grande flexibilité mentale, probablement liées à l'expérience de la gestion simultanée de deux systèmes linguistiques et culturels distincts, favorisant ainsi une organisation plus riche et plus efficiente des catégories lexicales.

Conclusion de l'étude 2 du groupe 2.1.

En résumé, cette étude met en évidence que si le bilinguisme franco-arabophone ne semble pas influencer significativement la fluence phonémique, il est associé à des performances nettement supérieures en fluence sémantique. Ces résultats confortent l'idée selon laquelle le bilinguisme précoce, notamment entre deux langues éloignées comme le français et l'arabe, peut stimuler certaines dimensions du fonctionnement cognitif, en particulier la capacité à organiser et extraire efficacement des informations en mémoire sémantique.

Groupe 2.2 : Enfants âgés de 8 à 10 ans et 11 mois

Les résultats de l'évaluation du groupe 2.2, composé d'enfants bilingues arabo-francophones et de monolingues francophones, ont été analysés à l'aide d'un test t de Student, sur le logiciel IBM

SPSS, dans le but de comparer les performances en fluence verbale (lexicale et catégorielle). L'objectif était d'évaluer l'impact potentiel du bilinguisme impliquant deux langues de natures très différentes (langue sémitique vs langue romane) sur des fonctions cognitives telles que la flexibilité mentale, l'organisation sémantique, et l'accès au lexique mental. Les résultats sont présentés dans le Tableau 24 et 25 et sont illustrés dans la Figure 35.

Tableau 24

Données descriptives des performances en fluence verbale chez des enfants bilingues (francoarabophones) précoces et monolingues francophones (8 à 10 ans 11 mois)

Tâches de Fluence	Groupes	N	M	ET
Fluence lexicale	Bilingues	20	13.55	4.79
	Monolingues	20	8.15	3.61
Fluence catégorielle	Bilingues	20	8.60	8.06

Monolingues	20	5.65	7.76

Note
M = moyenne ; ET = écart-type. Les résultats portent sur des tâches de fluence lexicale (production de mots débutant par une lettre donnée) et catégorielle (mots relevant d'une même catégorie sémantique), visant à explorer les effets potentiels du bilinguisme précoce sur la flexibilité cognitive, la récupération stratégique et l'accès au lexique mental.

Tableau 25

Analyse inférentielle du nombre moyen (erreurs types) de mots produits en fluence verbale lexicale et catégorielle entre enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 2.2 : 8 à 10 ans et 11 mois)

Variable (nombre de mots produits)	t	ddl	sig. (bilatéral)
Fluence lexicale	4.02	38	0.00
Fluence catégorielle	1.88	38	0.07

Note. t = valeur du test T de Student ; ddl = degrés de liberté ; sig. (bilatéral) = valeur de signification bilatérale.

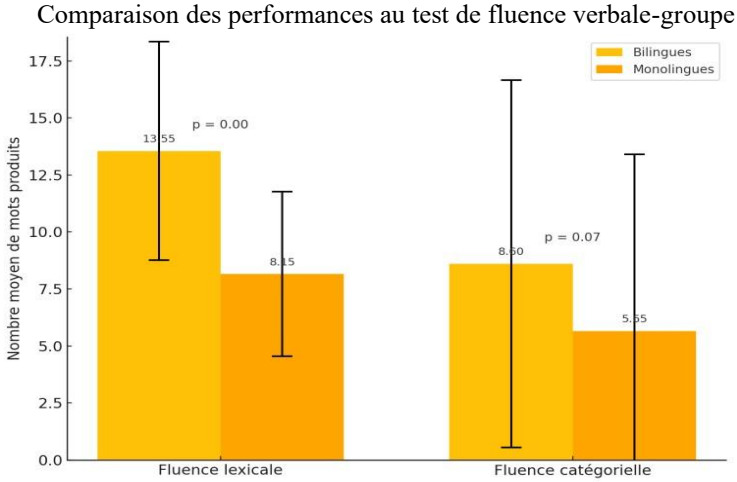


Figure35

Comparaison du nombre moyen (erreurs types) de mots produits en fluence lexicale et catégorielle entre enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Groupe 2.2 : 8 à 10 ans et 11 mois)

Note. *Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour de la moyenne.*
Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.

Interprétation des résultats du groupe 2.2.

Fluence lexicale

Les résultats montrent une différence hautement significative du nombre moyen de mots produits en faveur des enfants bilingues franco-arabophones dans la tâche de fluence lexicale ($t = 4,02$; $p < 0,001$). Les bilingues ont produit en moyenne 13,55 mots (ET = 4,79 ; E = 1,60), contre 8,15 mots (ET = 3,61 ; E = 1,20) pour les monolingues.
Cette différence suggère que les enfants d'accès phonologique au lexique mental, possiblement liée à une plus grande flexibilité cognitive ou à une activation croisée entre les deux langues. Leur exposition précoce à deux systèmes linguistiques très différents pourrait ainsi renforcer leur capacité à mobiliser rapidement des représentations lexicales.

Fluence catégorielle

Pour la tâche de fluence catégorielle, les enfants bilingues ont également obtenu une moyenne plus élevée (M = 8,60 ; ET = 8,06 ; E = 2,69) que les monolingues (M = 5,65 ; ET = 7,76 ; E = 2,59), mais cette différence n'atteint pas le seuil de signification statistique ($t = 1,88$; $p = 0,07$).
Bien que la tendance semble favorable aux bilingues, la variabilité importante des scores (écarts-types élevés) suggère que les performances sont plus hétérogènes. Cela indique que l'impact du bilinguisme sur l'organisation sémantique pourrait exister, mais reste à confirmer par des études complémentaires menées sur un échantillon plus large.

Conclusion de l'étude du groupe 2.2.

En conclusion, les enfants bilingues franco-arabophones âgés de 8 à 10 ans et 11 mois présentent une supériorité significative en fluence phonémique, ce qui suggère un avantage cognitif clair en matière de récupération lexicale phonologique. En fluence sémantique, bien que les résultats soient prometteurs, la différence n'est pas statistiquement significative. Ces résultats soulignent que le bilinguisme impliquant des langues typologiquement éloignées pourrait renforcer certaines fonctions exécutives, sans pour autant produire des effets uniformes sur tous les aspects de la fluence verbale.

III. Discussion des résultats

Les résultats obtenus à travers les différentes tâches de fluence verbale (lexicale et catégorielle) mettent en évidence des variations sensibles selon les groupes d'âge et les profils de bilinguisme. Chaque groupe a été évalué afin de mesurer l'impact potentiel du bilinguisme précoce sur l'accès au lexique mental et sur la récupération stratégique de l'information en mémoire sémantique. Une série de comparaisons entre enfants bilingues et enfants monolingues francophones a été conduite, en tenant compte de la nature du bilinguisme (toutes langues confondues vs franco-arabophone) et de l'âge des participants.

1. Comparaison Etude 1.1 : Bilingues (langues variées) et Monolingues francophones

Fluence verbale – Groupe 1.1 (6 à 7 ans et 11 mois)
Les analyses ne révèlent aucune différence statistiquement significative entre enfants bilingues et monolingues, que ce soit en fluence lexicale ($t = 0.90$; $p = 0.92$) ou en fluence catégorielle ($t = 1.13$; $p = 0.26$). Ces résultats suggèrent que l'effet du bilinguisme sur la flexibilité mentale et l'organisation sémantique n'est pas encore suffisamment marqué à cet âge. Il est possible que les systèmes linguistiques des enfants bilingues précoces ne soient pas encore assez consolidés pour générer un avantage mesurable sur ces tâches.

Fluence verbale – Groupe 2.1 (8 à 10 ans et 11 mois)
Les résultats de ce groupe mettent en évidence des différences significatives pour les deux tâches
Fluence lexicale : $t = 2.88$; $p = 0.006$
Fluence catégorielle : $t = 3.14$; $p = 0.003$

Les enfants bilingues surpassent donc nettement les monolingues en production verbale, tant phonémique que sémantique. Ces résultats confirment que les bénéfices cognitifs liés au

bilinguisme, notamment dans l'accès rapide au lexique et dans l'organisation sémantique, tendent à se renforcer avec l'âge et l'expérience linguistique.

2. Comparaison Etude 2 : Bilingues franco-arabophone et Monolingues francophones

Fluence verbale – Groupe 1.2 (6 à 7 ans et 11 mois)

Dans cette comparaison, les performances en fluence lexicale sont comparables entre les deux groupes ($t = 0.61$; $p = 0.54$), indiquant une efficacité équivalente dans l'accès phonémique au lexique.

En revanche, une différence statistiquement significative est observée en fluence catégorielle en faveur des enfants bilingues franco-arabophones ($t = 3.55$; $p = 0.001$). Ce résultat suggère que la cohabitation de deux systèmes linguistiques culturellement et structurellement éloignés pourrait stimuler la classification mentale, la flexibilité conceptuelle et l'organisation sémantique dès le plus jeune âge.

Fluence verbale – Groupe 2 (8 à 10 ans et 11 mois)

Les analyses montrent une différence très significative en fluence lexicale en faveur des enfants bilingues franco-arabophones ($t = 4.02$; $p < 0.001$). Cela traduit une meilleure capacité d'accès au lexique mental à partir d'un critère phonologique.

En fluence catégorielle, les bilingues présentent également des performances supérieures, mais la différence n'atteint pas le seuil de signification statistique ($t = 1.88$; $p = 0.07$). Cette tendance favorable pourrait ne pas avoir été pleinement détectée en raison de la taille réduite de l'échantillon ou d'une plus grande variabilité interindividuelle.

Limites et précautions d'interprétation

Les résultats de cette étude doivent être interprétés avec prudence. Les comparaisons réalisées entre groupes linguistiques ne permettent pas d'établir de relations causales entre la pratique du bilinguisme et les performances observées aux tâches de flexibilité. La variabilité interindividuelle, ainsi que l'hétérogénéité des profils bilingues, constituent des éléments susceptibles d'influencer les résultats. Par ailleurs, les performances en fluence verbale peuvent

être sensibles à des facteurs linguistiques et contextuels qui dépassent le seul fonctionnement exécutif.

3. Conclusion de la discussion

Dans l'ensemble, les résultats confirment que les effets du bilinguisme sur la fluence verbale sont modulés à la fois par l'âge et la nature des langues pratiquées. Chez les plus jeunes enfants, les différences sont limitées, sauf dans le cas des bilingues franco-arabophones qui présentent déjà une supériorité en fluence catégorielle. Chez les enfants plus âgés, les avantages sont plus nets et généralisés, particulièrement en fluence lexicale, et s'observent dans tous les profils de bilinguisme.

V. Analyse transversale

Effet du bilinguisme sur la fluence lexicale

Les enfants bilingues obtiennent de meilleures performances en fluence lexicale, en particulier à partir de 8 ans. L'effet est particulièrement marqué chez les enfants franco-arabophones, ce qui peut être attribué à une flexibilité cognitive accrue et à une plus grande capacité à activer rapidement des représentations lexicales issues de systèmes linguistiques différents.

Effet du bilinguisme sur la fluence catégorielle

Les résultats pour la fluence catégorielle sont plus contrastés. Un effet bénéfique est observé chez les jeunes bilingues franco-arabophones et les bilingues plus âgés (2.1), mais pas chez les plus âgés franco-arabophones (2.2), malgré une tendance favorable. Cette variabilité peut être liée à :

La maîtrise relative des deux langues, la fréquence d'utilisation dans chaque contexte (scolaire, familial), et les différences de structuration sémantique entre les langues (ex. : lexique culturellement chargé).

La fluence catégorielle semble donc plus sensible aux effets qualitatifs du bilinguisme, tandis que la fluence lexicale paraît plus robuste à la variation.

Remarque méthodologique : Bien que les groupes comparés diffèrent en taille, les tests statistiques employés (test t de Student) tiennent compte de ces écarts. La discussion repose donc sur des comparaisons valides. Toutefois, les conclusions intergroupes doivent être

interprétées avec prudence, dans la mesure où il ne s'agit pas d'un design expérimental équilibré.

VI. Implications

Les résultats suggèrent que le bilinguisme, bien qu'il n'ait pas toujours un effet constant, semble favoriser des capacités cognitives spécifiques, notamment dans l'accès au lexique et dans la structuration sémantique. Les différences observées entre les groupes bilingues avec des langues différentes ou des âges distincts permettent également de poser l'hypothèse que les bénéfices du bilinguisme se manifestent plus clairement dans certaines configurations linguistiques et à certains stades de développement. Ces résultats pourraient donc soutenir l'idée que l'exposition précoce et continue à deux langues favorise des capacités cognitives et linguistiques, en particulier dans la flexibilité et la récupération lexicale.

VII. Conclusion de l'Étude Expérimentale 2

Cette seconde étude a permis d'explorer en profondeur l'impact du bilinguisme sur les compétences verbales et cognitives des enfants, notamment en matière de flexibilité mentale et d'accès au lexique. En utilisant les épreuves de fluence lexicale et catégorielle, nous avons comparé les performances de groupes d'enfants bilingues et monolingues, permettant ainsi d'observer comment la gestion simultanée de deux systèmes linguistiques pourrait moduler la récupération lexicale, la structuration sémantique et la capacité de passer d'une sous-catégorie de mots à une autre (switching).

Les résultats obtenus montrent des effets contrastés du bilinguisme en fonction des modalités de la tâche (lexicale ou catégorielle), de l'âge des enfants et des langues pratiquées. Globalement, les enfants bilingues, notamment ceux exposés à des langues très différentes comme le français et l'arabe, ont montré une performance supérieure en fluence lexicale, ce qui pourrait indiquer une meilleure flexibilité cognitive et une capacité d'accès plus efficace au lexique. Ce résultat est particulièrement prononcé chez les enfants plus âgés (groupe 2), ce qui suggère que les avantages cognitifs associés au bilinguisme deviennent plus visibles avec le développement des compétences linguistiques et cognitives, ce qui corroborent avec les travaux de Pascual Léone (Pascual Léone, 1978).

En ce qui concerne la fluence catégorielle, les résultats sont plus variables. Si certains groupes bilingues, en particulier ceux du groupe 2 (franco-arabophones), montrent une performance significativement meilleure en organisation sémantique par rapport aux monolingues, cette différence n'est pas systématique dans tous les groupes. Cette observation suggère que la tâche de catégorisation pourrait être influencée par des facteurs contextuels tels que le niveau de maîtrise des deux langues et la nature des interactions linguistiques. Les enfants bilingues doivent, en effet, jongler entre deux systèmes lexicaux et sémantiques, ce qui pourrait renforcer leur capacité à structurer et organiser l'information selon des catégories.

D'un point de vue théorique, cette étude soutient l'hypothèse que le bilinguisme favorise certains aspects des fonctions exécutives, notamment la flexibilité cognitive et la récupération en mémoire. La distinction entre clustering (regroupement de mots dans une même sous-catégorie) et switching (passage d'une sous-catégorie à une autre) a fourni des indices précieux pour évaluer ces compétences. Ces résultats révèlent que les enfants bilingues, à mesure qu'ils grandissent, semblent développer une capacité accrue à organiser et à accéder à des réseaux lexicaux et sémantiques complexes, en raison de la pratique constante de deux langues et de la nécessité d'inhiber l'une au profit de l'autre dans divers contextes.

En conclusion, cette étude confirme en partie l'existence d'un avantage cognitif associé au bilinguisme, particulièrement en ce qui concerne l'accès au lexique et la flexibilité mentale dans les tâches de fluence verbale. Toutefois, les effets varient selon les contextes linguistiques et culturels des enfants, ce qui suggère que les bénéfices du bilinguisme ne sont pas uniformes. La complexité des systèmes linguistiques et l'âge des participants apparaissent comme des facteurs importants à prendre en compte pour évaluer l'impact du bilinguisme sur le développement cognitif. Ces résultats ouvrent la voie à de nouvelles recherches visant à approfondir notre compréhension des mécanismes par lesquels le bilinguisme façonne les compétences linguistiques et exécutives, en tenant compte de la diversité des parcours linguistiques et des dynamiques culturelles propres à chaque enfant.

Dans la continuité des deux premières études expérimentales consacrées à la flexibilité mentale, à la récupération lexicale et à l'organisation stratégies pour résoudre une tâche donnée. Ce cadre théorique a été utilisé pour analyser les différences de performance, d'organisation mnésique et d'efficacité de traitement entre les enfants bilingues et monolingues dans le cadre de l'épreuve des cubes de Corsi, une tâche largement reconnue pour évaluer la mémoire de travail

visuospatiale. L'épreuve des cubes de Corsi sollicite des capacités visuo-spatiales en demandant aux participants de mémoriser et de reproduire une séquence de mouvements sur une série de cubes. En utilisant ce test, l'objectif est d'étudier comment les enfants bilingues et monolingues diffèrent dans leur traitement de l'information, notamment à travers le taux de réussite (longueur maximale de la séquence rappelée correctement) ; la nature des erreurs (erreurs de localisation, d'ordre, ou d'omission). Les erreurs commises par les participants sont analysées dans une perspective de modélisation cognitive, en lien avec les hypothèses de Newell et Simon (1972), pour identifier des stratégies et des profils cognitifs distincts. Cette approche permet de mieux comprendre si le bilinguisme influence les processus de traitement visuo-spatial, et en particulier la gestion des séquences et la mémoire de travail, en révélant des mécanismes cognitifs potentiellement différents entre les deux groupes d'enfants. Cette expérimentation comprend des analyses quantitatives relevées sur la longueur des séquences rappelées correctement et sur les différents traitements cognitifs visuo-spatiaux déployés lors de la résolution de l'épreuve. Elle tentera de répondre aux questions suivantes : sémantique, la troisième étude s'attache à explorer un autre aspect fondamental du fonctionnement cognitif : la mémoire de travail. Si les tâches de Stroop et de fluence verbale ont permis d'évaluer des processus exécutifs tels que l'inhibition, le traitement des interférences ou encore la fluidité verbale, cette nouvelle expérimentation vise à déterminer dans quelle mesure le bilinguisme influence les capacités de maintien et de manipulation active de l'information. En s'inscrivant dans le prolongement des analyses précédentes, l'étude 3 poursuit donc l'objectif général de cette recherche : comprendre comment l'expérience bilingue, dans sa diversité, peut moduler des fonctions cognitives spécifiques chez l'enfant. Elle permet ainsi d'élargir la perspective en examinant une fonction exécutive centrale, essentielle à de nombreuses tâches d'apprentissage : la mémoire de travail.

Etude expérimentale 3 : Comparaison des composantes verbale et visuo-spatiale de la mémoire de travail chez les enfants bilingues et monolingues

Dans le cadre de cette dernière étude, deux expérimentations distinctes ont été menées afin d'examiner les effets du bilinguisme sur la mémoire de travail en comparant les performances d'enfants bilingues et d'enfants monolingues. La première expérimentation utilise les cubes de Corsi, une tâche classique d'empan visuo-spatial permettant d'évaluer la mémoire de travail spatiale à court terme. Cette tâche consiste à mémoriser et reproduire une séquence de mouvements sur des blocs disposés en carré, exigeant des participants qu'ils retiennent temporairement des informations spatiales sans impliquer de traitement linguistique. La seconde expérimentation repose sur l'épreuve de mémoire de travail (MDT) du WISC-V, un test standardisé évaluant la capacité des participants à manipuler des informations verbales et numériques, mobilisant ainsi des fonctions exécutives telles que le stockage et le traitement simultané d'informations.

Ces deux tâches ont été choisies pour leurs caractéristiques complémentaires : les cubes de Corsi mesurent un aspect non verbal de la mémoire de travail, tandis que l'épreuve de MDT du WISC-V se concentre davantage sur la mémoire verbale et le contrôle exécutif. En combinant ces deux approches, cette étude vise à examiner de manière approfondie les effets potentiels du bilinguisme sur les différentes dimensions de la mémoire de travail, en mettant en lumière les différences et les similitudes entre mémoire visuo-spatiale et mémoire verbale dans le cadre du traitement cognitif bilingue. L'objectif est de déterminer si le bilinguisme confère un avantage spécifique à l'une ou l'autre de ces formes de mémoire de travail et d'identifier les mécanismes cognitifs qui pourraient sous-tendre ces différences.

I. Mémoire Visuo-spatiale : L'épreuve des Cubes de Corsi

1. Objectifs et hypothèses

L'objectif général dans cette première expérience est de définir la nature des traitements visuo-spatiaux, par l'expérimentation sur le calepin visuo-spatial, mis en œuvre dans l'épreuve des cubes de Corsi. Celui-ci étant très limité, cette étude sera abordée par une estimation de la capacité d'une part en nombres d'items mémorisés et d'autre part en termes de complexité des items, dans les conditions ordre « directe » et « indirect ». Le modèle de traitement de l'information proposé par Newell et Simon (1972) met en avant une approche séquentielle de la résolution de problèmes, où chaque étape du processus cognitif est décomposée en opérations mentales précises. Selon ce modèle, le cerveau traite les informations de manière structurée et organisée, en appliquant des règles et des s

1. Observe-t-on une meilleure réussite chez les bilingues lors de la résolution de l'épreuve des cubes de Corsi ? Cette question vise à déterminer si le bilinguisme confère un avantage dans la mémoire de travail visuo-spatiale, notamment en raison de l'entraînement constant à gérer deux systèmes linguistiques, ce qui pourrait renforcer la capacité à maintenir et manipuler des informations dans un espace mental.
2. Observe-t-on un profil cognitif de traitement visuo-spatial diffèrent selon la population (bilingue, monolingues) ? Il s'agit d'identifier, à travers l'analyse des types d'erreurs et des stratégies de rappel, des différences dans les mécanismes de traitement visuo-spatial mobilisés selon le statut linguistique des enfants.
3. Le profil cognitif des traitements visuo-spatiaux des sujets bilingues s'il persiste, est-il plus élaboré que celui des sujets monolingues ? Cette dernière question vise à explorer non seulement la réussite objective à la tâche (longueur des séquences rappelées), mais aussi la qualité des stratégies déployées (organisation du rappel, anticipation spatiale, gestion de la charge mnésique). Si les bilingues montrent un traitement plus élaboré, cela pourrait indiquer un impact du bilinguisme sur les ressources attentionnelles et les fonctions exécutives impliquées dans ce type de tâche.

Variables de l'expérimentation 3 : (Mémoire de travail – Corsi / WISC-V) :

Variables indépendantes et dépendantes

Dans l'Étude 3, les variables indépendantes sont le groupe linguistique (enfants bilingues vs enfants monolingues) et la tranche d'âge (6 ans à 7 ans et 11 mois ; 8 ans à 10 ans et 11 mois).

Les variables dépendantes correspondent aux performances aux épreuves de mémoire de travail, incluant les scores issus des tâches de mémoire de travail visuo-spatiale et auditivo-verbale.

- VI : groupe linguistique ; tranche d'âge ; profil bilingue
- VD : scores aux épreuves de MT visuo-spatiale et auditivo-verbale

2. Méthode

2.1.Participants

Cette troisième expérimentation a nécessité elle aussi deux études : La première étude se compose de deux groupes d'enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones, et la seconde étude se compose de deux groupes d'enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones. Les participants de ces deux études sont répartis selon deux tranches d'âge comme suit : 6 ans à 7 ans et 11 mois, puis 8 ans à 10 ans et 11 mois.

Etude 1 : Bilingues (langues variées) et monolingues francophones

Groupe 1.1 : est constitué de 66 participants (répartition filles/garçons) âgés entre 6 ans et 7 ans et 11 mois (M= 7 ans et 5 mois, ET = 0,86; E = 3,2) scolarisés en Cycle 2 (CP, CE1, CE2) ; 37 filles et 29 garçons. La moitié du groupe est monolingue francophone (n=33), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis la naissance (M = 7 ans et 5 mois ; ET = 0,91 ; E= 2,9 ; 14 garçons et 19 filles), et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=33) qui a parlé, entendu, le français et une seconde langue (diverses) depuis la naissance (M = 7 ans et 6 mois ; ET = 0,81, E= 3,2 ; 15 garçons et 18 filles). Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 26). Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes, afin de limiter les biais liés à l'origine socio-économique, socioprofessionnelle.

Tableau 26

Caractéristiques sociodémographiques de l'étude 1 Groupe 1.1 (6 à 7 ans et 11 mois) – Comparaison bilingues (francophones et langues diverses) vs monolingues francophones

Groupes	N	M (ans)	ET	E	G/F	
Monolingues		33	7.5	0.91	2.9	14/19
Bilingues	33	7.6	0.81	3.2	15/18	

Total	66	7.5	0.86	3.2	29/37

Note. *N = nombre de participants ; M* = moyenne d'âge ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue *G/F = répartition garçons/filles.*

Groupe 2.1 : est constitué de 58 participants (répartition filles/garçons) âgés entre 8 et 10 ans et 11 mois (M = 10 ans et 7 mois, ET=0,59 ; E = 2,10) scolarisés en Cycle 3 (CM1, CM2), 25 garçons et 33 filles. La moitié du groupe est monolingue francophone (n=29), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis la naissance (M = 10 ans et 9 mois; ET =0,65 ; E = 2,10 ; 11 garçons et 18 filles); et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=29); qui a parlé, entendu, le français et une autre langue depuis la naissance (M=10 ans et 5 mois ; ET = 0,53, E =1,70 ; 14 garçons et 15 filles).

Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 27).

Tableau 27

Caractéristiques sociodémographiques de l'étude 1, Groupe 2.1 (8 à 10 ans et 11 mois) – Comparaison bilingues (langues diverses) vs monolingues francophones

Groupe	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	29	10.9	0.65	2.1	11/18
Bilingues	29	10.5	0.53	1.7	14/15
Total	58	10.7	0.59	2.1	25/33

Note. *N* = nombre de participants ; *M* = moyenne d'âge ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ;*G/F* = nombre de garçons/filles.

Etude 2 : Bilingues franco-arabophones et monolingues francophones

Groupe 1.2 : est constitué de 20 participants (répartition filles/garçons) âgés entre 7,1 ans et 7,11 ans (M=7 ans et 3 mois ; ET=0.36 ; E=1.4), scolarisés en Cycle 2 (CP, CE1, CE2) 11 garçons et 9 filles. La moitié du groupe est monolingue francophone (n=10), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis la naissance (M=7 ans et 3 mois ; ET=0.33 ; E=0.9) ; 5 garçons et 5

filles, et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=10), ayant palé, entendu, le français ainsi que l'arabe depuis la naissance (M=7.33 ; ET=0.41 ; E1.4) ; 6 garçons et 4 filles. Aucun des participants ne présentait de trouble du développement. (voir Tableau 28).

Tableau 28

Caractéristiques sociodémographiques des participants de l'étude 2, du Groupe 1.2 (6 à 7 ans et 11 mois) – Comparaison bilingues franco-*arabophones vs monolingues francophones*

Groupe	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	10	7.3	0.33	0.9	5/5
Bilingues	10	7.3	0.41	1.4	6/4
Total	20	7.3	0.36	1.4	11/9

Note. *N* = nombre de participants ; *Moy* = moyenne ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre

de garçons/filles.

Groupe 2.2 : est constitué de 36 participants (répartition filles/garçons), âgés entre 8.1 ans et 10.8 ans (M=9 ans et 2 mois ; ET=0.79 ; E=2.7). La moitié du groupe est monolingue francophone

(n=18, ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis la naissance (M=9 ans et 6 mois ; ET=0.77 ; E=2.7) ; 8 garçons et 10 filles, et la seconde moitié du groupe est Bilingue (n=18), ayant parlé, entendu, le français et l'arabe depuis la naissance (M=8 ans et 9 mois ; ET=0.68 ; E=2.1) ; 7 garçons et 11 filles. Aucun des participants ne présentait de trouble du développement (voir Tableau 29)

Tableau 29

Caractéristiques sociodémographiques des participants de l'étude 2, du Groupe 2.2 (8 à 10 ans et 11 mois) – Comparaison bilingues-franco-arabophones vs monolingues francophones

Groupe	N	M (ans)	ET	E	G/F

Monolingues	18	9.6	0.77	2.7	8/10
Bilingues	18	8.9	0.68	2.1	7/11
Total	36	9.2	0.79	2.7	15/21

Note. *N* = nombre de participants *M*= moyenne d'âge ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue ; *G/F* = nombre de garçons/filles.

3. Matériel

L'épreuve des cubes de Corsi a été présentée pour la première fois en 1971 par Milner, puis elle a été développée par Corsi en 1972. Elle est constituée d'une planche rectangulaire de dimension (23x28 cm), sur laquelle est placé arbitrairement 9 cubes de dimensions identiques (3x3x3cm) (Miller, 1971), comme illustré sur la Figure 36. Elle a été construite pour tester le versant non verbal de la mémoire par analogie avec le versant verbal mesuré par les séquences de chiffres (Corsi, 1972 ; Milner, 1971), chez des patients épileptiques ayant subi une ablation du lobe temporal. Elle est utilisée pour évaluer la mémoire immédiate non verbale ou la mémoire de travail dans ses aspects visuo-spatiaux aussi bien chez l'enfant (De Agostini, Kremin, Curt, & Dellatolas, 1996 ; Orsini, Schiappa, & Grossi, 1981), que chez l'adulte ou la personne âgée (Smyth & Scholey,
1992 ; Saggino *et al*., 2004 ; Farrell Pagulayan *et al*., 2006 ; Rowe, Hasher, & Turcotte, 2008)

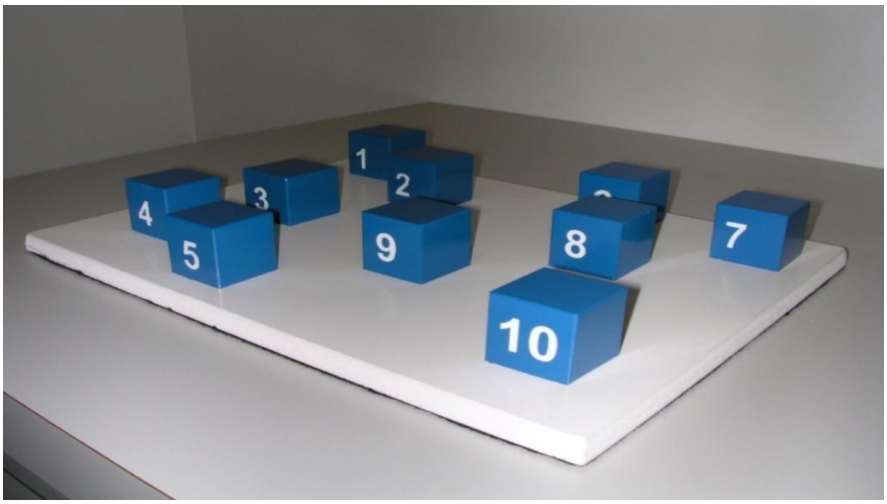


Figure 36

Photos des blocs de Corsi.

Source : Corsi, P. M. (1972) ; Milner, B. (1971).

Cette épreuve, nommée mémoire spatiale, se compose de deux tâches : mémoire spatiale ordre direct et mémoire spatiale ordre inverse ou indirect. L'ordre inverse ou indirect doit être administré quelle que soit la performance du sujet à l'épreuve de l'ordre direct. Chaque item d'exemple ou de test comprend deux essais. Les deux essais d'un item doivent être administrés quelle que soit la performance du sujet à l'essai 1. L'épreuve des blocs de Corsi consiste à reproduire, dans le même ordre ou en ordre inverse, une séquence de mouvements de pointage de différents cubes montrés par l'expérimentateur, elle permet de déterminer l'empan visuo-spatial qui est le nombre maximum de blocs que le sujet rappelle sans erreurs. Selon McLean et Hitch (1999), elle constitue une évaluation fiable du calepin visuo-spatial, et serait utilisée dans l'évaluation de la mémoire spatiale (Jones, Farrand, Stuart & Morris 1995). Dans cette épreuve, la capacité du calepin visuo-spatial indique l'empan maximal mesuré, selon le modèle de mémoire de travail de Baddeley (1986, 2000). En neuropsychologie, cette épreuve est sans doute l'épreuve la plus exploitée étant donné son versant non verbal (Busch, Farrell, Lisdahl-Medina & Krikorian, 2005). Le choix de cet outil a été motivé en partie par ce versant non verbal qui s'accommode parfaitement à la population bilingue dans cette recherche de thèse.

4. Procédure

Dans cette tâche, le sujet est placé face à l'expérimentateur, séparé par une table sur laquelle est disposée la planche des cubes de Corsi. L'expérimentateur pointe successivement des séquences visuo-spatiales de cubes à l'aide de son index, en commençant par deux cubes. Pour chaque séquence, il est proposé deux essais de même longueur. Les essais suivants ne seront proposés que si au moins un des deux premiers essais est correctement reproduit. Dans le cas où deux essais d'un même niveau sont échoués, l'expérimentateur met fin à l'épreuve. Le pointage s'effectue au rythme d'un cube par seconde. Afin que le sujet ne retienne un schéma visuel pour mémoriser l'ordre des cubes, il est nécessaire de lever la main d'environ une trentaine de centimètres entre chaque pointage de cube et de ne jamais répéter un essai d'un item. Lorsque l'expérimentateur a fini les séquences de pointage, les sujets doivent immédiatement reproduire la même chose. L'expérimentateur utilise la consigne suivante : « *je vais taper une séquence de blocs sur cette planche. Quand j'aurai fini le pointage des blocs, je veux que vous tapiez ces mêmes blocs et dans le même ordre que moi. Après cela, je vais taper*

d'autres séquences. Les séquences vont graduellement augmenter en longueur ». Dans le cas où le sujet exécute la consigne avant que l'expérimentateur n'ait fini de la lire, l'instruction suivante sera lue « *svp attendez que je finisse ».* Le sujet pourra s'autocorriger en cas d'erreurs. Les séquences acceptées seront uniquement celles reproduites à l'identique. La procédure utilisée est extraite de l'échelle clinique de mémoire de
Wechsler (Wechsler, 1991) (voir Figure 37).

	Item	Essai	Réponses correctes
8–21	1	Essai 1	3 – 10
		Essai 2	7 – 4
	2	Essai 1	1 – 9 – 3
		Essai 2	8 – 2 – 7
	3	Essai 1	4 – 9 – 1 – 6
		Essai 2	10 – 6 – 2 – 7
	4	Essai 1	6 – 5 – 1 – 4 – 8
		Essai 2	5 – 7 – 9 – 8 – 2
	5	Essai 1	4 – 1 – 9 – 3 – 8 – 10
		Essai 2	9 – 2 – 6 – 7 – 3 – 5
	6	Essai 1	10 – 1 – 6 – 4 – 8 – 5 – 7
		Essai 2	2 – 6 – 3 – 8 – 2 – 10 – 1
	7	Essai 1	7 – 3 – 10 – 5 – 7 – 8 – 4 – 9
		Essai 2	6 – 9 – 3 – 2 – 1 – 7 – 10 – 5
	8	Essai 1	5 – 8 – 4 – 10 – 7 – 3 – 1 – 9 – 6
		Essai 2	8 – 2 – 6 – 1 – 10 – 3 – 7 – 4 – 9

Figure 37
Mémoire spatiale – ordre direct.
Source : Wechsler (1991).

La procédure expérimentale sera identique dans les deux ordres « direct » et « indirect »

Critères de réussite

Afin de matérialiser la réussite de l'épreuve, il est nécessaire de modéliser les critères qui vont la définir. Il s'agit de la réussite à une épreuve visuo-spatial dans un ordre « direct » puis dans un ordre « indirect ». Les critères seront définis selon : La direction du cheminement, c'est-à-dire que le sens du parcours d'un cube à l'autre soit correct et identique au schéma présenté par l'expérimentateur. La bonne localisation du bloc pointé et le nombre exact des blocs pointés. Ces critères sont représentés dans la Figure 38, qui serviront par la suite à déterminer le profil cognitif comportemental des individus, en énumérant les différentes réponses données par le sujet.

La cotation pour chaque réponse correcte est d'un point et zéro si elle est incorrecte ou une absence de réponse. La note à un item est la somme des notes aux deux essais de l'item. La note totale à l'épreuve est la somme des notes de l'épreuve d'ordre « direct » et « indirect ». La note totale maximum de l'épreuve est trente-deux points.

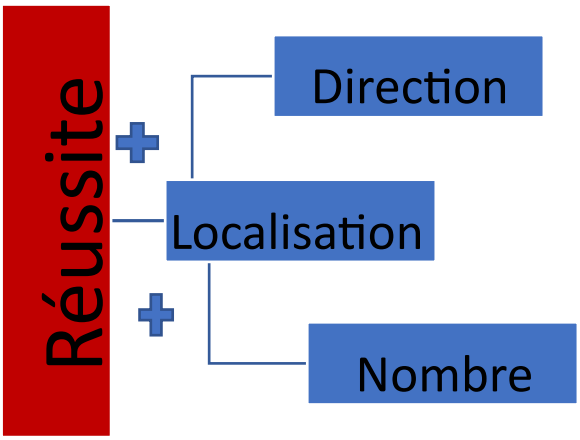


Figure38

Illustration des critères de réussite à l'épreuve des cubes de Corsi.

Note. *Cette illustration a été créée dans le cadre de cette étude.*

Exemples d'erreurs : Reproduction d'une séquence de pointages.

Exemple ordre des cubes : 7-2-8-6 ; Erreur de direction D 7-6-2-8

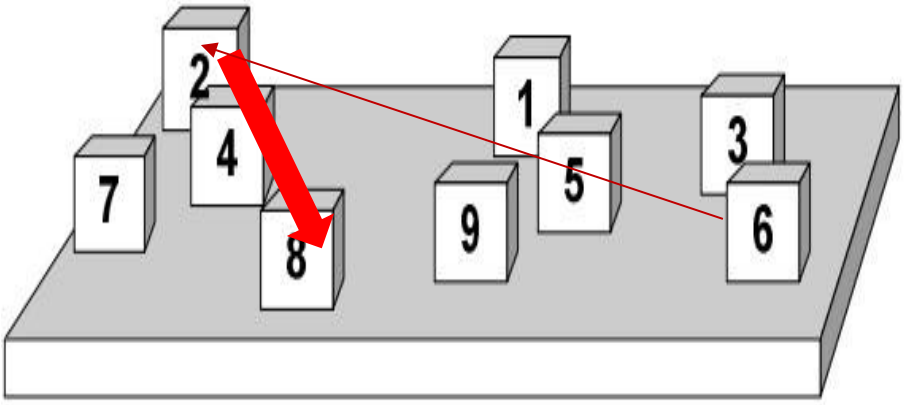


Figure 39

Exemple d'erreurs de direction D

Note. *Cette illustration a été créée dans le cadre de cette étude.*

Exemple ordre des cubes : 7-2-8-6; Erreur de localisation L 7-5-9-4

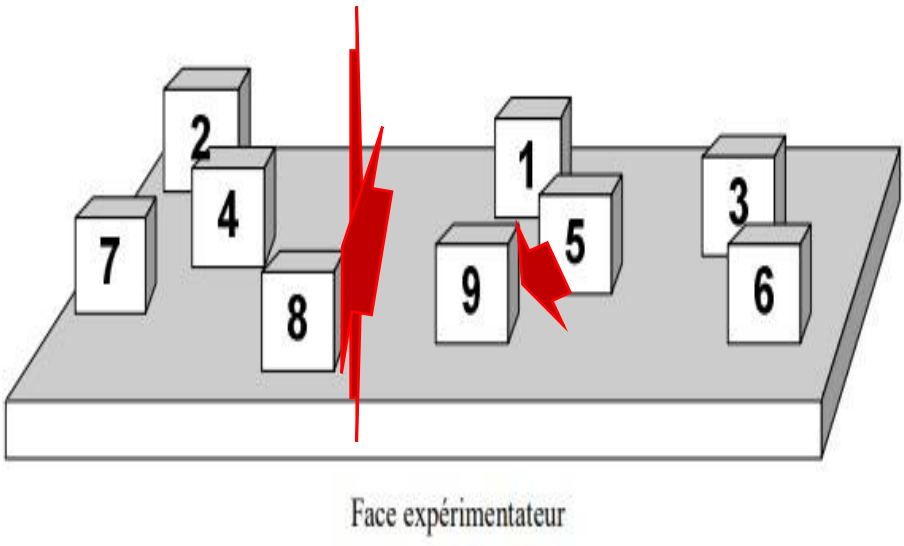


Figure 40

Exemple d'erreurs de Localisation L

Note. *Cette illustration a été créée dans le cadre de cette étude.*

Exemple ordre des cubes : 7-2-8-6; Erreur de nombre N 7-2-8 (6)(1)

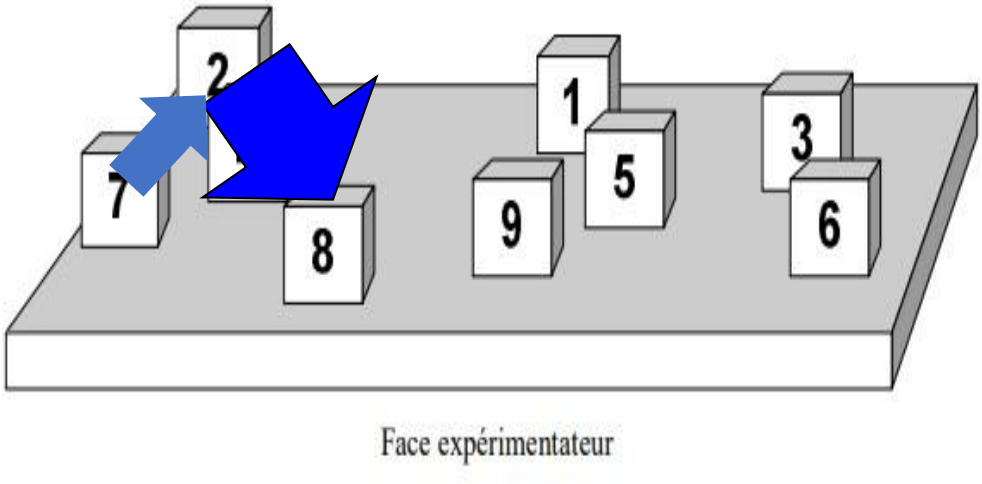


Figure 41

Exemple d'erreurs de nombre N

Note. *Cette illustration a été créée dans le cadre de cette étude*

Critères d'Analyse

Les protocoles d'analyse sont recueillis directement au fur et à mesure par l'expérimentateur en utilisant les critères de réussite schématisés plus haut. Cette analyse quantitative comptabilise la somme de bonnes réponses.

Afin de différencier les erreurs selon les profiles, l'expérimentateur comptabilise le nombre des erreurs selon la fausse direction et/ou la mauvaise localisation et/ou le nombre incorrect rappelé comme suit :

i. Une erreur de direction signifie que le sujet rappelle les bons cubes pointés par l'examinateur, mais pas dans le bon sens de cheminement bloc à bloc.

ii. Une erreur de localisation signifie que le sujet ne rappelle pas le bon cube (numéro visible chez l'examinateur).

iii. Une erreur de nombre signifie que le sujet ne rappelle pas la même somme de blocs pointés par niveau.

5. Résultats

Etude 1 : Bilingues (langues variées) et monolingues francophones

Groupe 1.1 âgé de 6 ans à 7.11 ans

Ordre Direct

Le graphique de la Figure 42, ci-dessous, présente les scores moyens de réussite à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre direct (épreuve des cubes de Corsi) pour deux groupes d'enfants scolarisés en Cycle 2 (6 à 7 ans et 11 mois). Les enfants bilingues (langues non spécifiées) obtiennent un score moyen de l'empan visuo-spatial direct, c'est-à-dire le nombre moyen de positions correctement rappelées dans l'ordre de présentation, de 6,92 (ET = 1,84 ; E = 0,37), tandis que les enfants monolingues francophones présentent un score moyen de 6,38 (ET = 1,58 ; E = 0,32).

Ces résultats montrent une tendance favorable aux enfants bilingues, dans la mesure où leur score moyen à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre direct (M = 6,92) est supérieur à celui des enfants monolingues (M = 6,38). Cette différence suggère un avantage possible dans la mémorisation séquentielle d'informations spatiales. Toutefois, l'analyse statistique par test t de Student indique que cette différence n'est pas significative (p = 0,28), ce qui signifie qu'elle pourrait être attribuable au hasard. Autrement dit, bien qu'une tendance descriptive soit perceptible en faveur des bilingues sur le plan des moyennes observées, aucune conclusion ferme ne peut être tirée à ce stade.

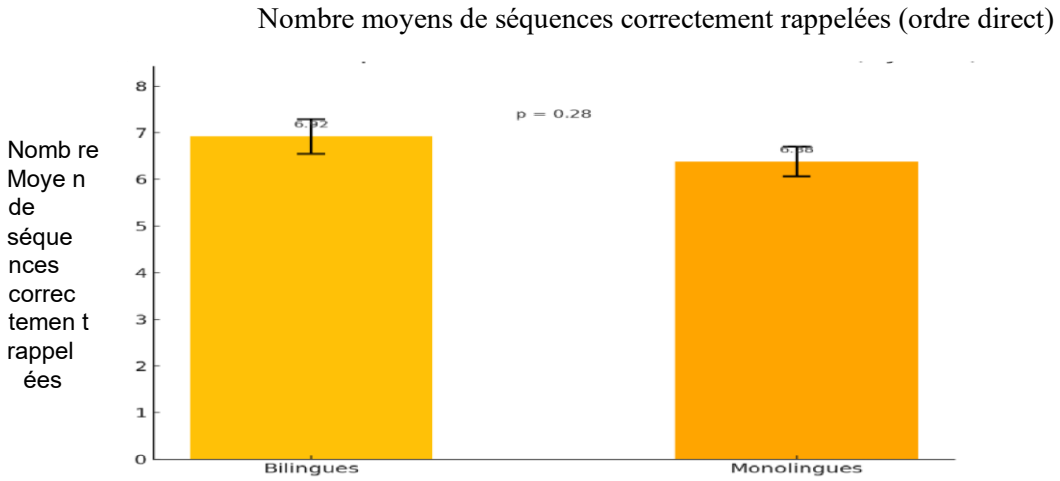


Figure 42

Nombre moyen (erreurs-types) de séquences correctement rappelées (ordre direct) rappelées à la tâche de mémoire visuo-spatiale (ordre direct) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones (Cycle 2, 6 à 7 ans et 11 mois).

- Les barres d'erreur sur le graphique montrent la variabilité des performances au sein de chaque groupe. Bien que les moyennes semblent différentes, la variabilité dans les résultats des participants fait que cette différence n'est pas suffisamment importante pour être significative.

- Malgré une tendance apparente à de meilleures performances chez les bilingues, ces résultats ne permettent pas de conclure à un avantage cognitif significatif du bilinguisme en mémoire visuospatiale dans cette tâche d'ordre direct, au moins dans ce groupe d'enfants.

Analyse des erreurs (ordre direct)

Trois types d'erreurs ont été analysés : les erreurs de direction, de localisation et sur le nombre de blocs rappelés. Ces mesures permettent d'identifier les différences qualitatives dans les processus cognitifs impliqués chez les enfants bilingues et monolingues.

Erreurs de Direction

Les enfants bilingues présentent un score moyen d'erreurs de direction, c'est-à-dire des erreurs consistant à inverser ou mal reproduire l'ordre spatial des cubes, de 1,97 (ET = 1,48 ; E = 0,18), tandis que les enfants monolingues en produisent en moyenne 1,52 (ET = 1,18 ; E = 0,15).

Cette différence tend à indiquer que les bilingues commettent légèrement plus d'erreurs de direction que les monolingues. Toutefois, cette variation n'est pas significative sur le plan statistique (p = 0,06), ce qui montre une tendance faible, à interpréter avec prudence. Dans cette dimension spécifique, le bilinguisme ne semble pas exercer d'effet concluant, mais cette tendance observée pourrait justifier des investigations complémentaires à l'aide d'un échantillon plus large et mieux contrôlé.

Erreurs de localisation spatiale

Les enfants bilingues présentent un score moyen d'erreurs de localisation spatiale de 3,98 (ET = 1,47 ; E = 0,18), tandis que les enfants monolingues en produisent en moyenne 2,57 (ET =

0,95 ; E = 0,12). Cette comparaison de moyennes montre que les bilingues commettent davantage d'erreurs dans cette tâche. L'analyse inférentiel réalisée à l'aide d'un test t de Student pour échantillons indépendants révèle une différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p < 0,001$).

Ce résultat suggère que les enfants bilingues rencontrent davantage de difficultés pour localiser précisément les blocs dans l'espace. Cette difficulté pourrait être liée à une surcharge cognitive, à une différence dans l'allocation des ressources attentionnelles, ou encore à un double encodage linguistique mobilisant davantage la mémoire de travail. Toutefois, cette interprétation demande à être approfondie par des recherches ultérieures.

Erreurs sur le nombre de blocs

Les enfants bilingues présentent un score moyen d'erreurs sur le nombre de blocs mémorisés de 3,50 (ET = 0,82 ; E = 0,27), tandis que les enfants monolingues atteignent en moyenne 4,26 erreurs (ET = 2,25 ; E = 0,75).

Cette comparaison indique que les enfants bilingues commettent légèrement moins d'erreurs, ce qui suggère une performance plus précise dans l'estimation ou la rétention du nombre de blocs à mémoriser. L'analyse statistique réalisée à l'aide d'un test t de Student pour échantillons indépendants montre que cette différence est significative ($p = 0,05$). Ce résultat pourrait refléter une meilleure capacité de traitement séquentiel ou une stratégie de mémorisation plus efficace chez les enfants bilingues. Toutefois, compte tenu de la taille réduite de l'échantillon, cette observation doit être interprétée avec précaution et mériterait d'être explorée plus avant dans des recherches ultérieures.

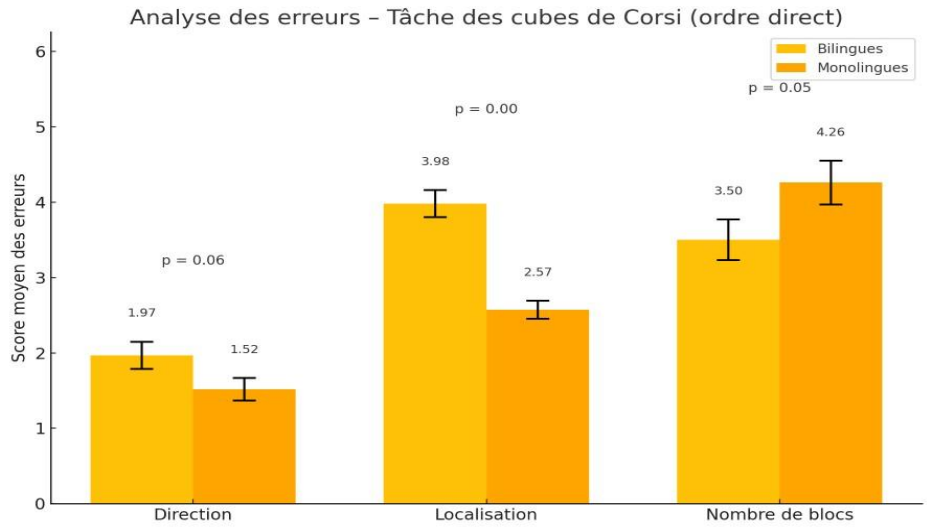


Figure 43

Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre direct) chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 6 à 7 ans et 11 mois.
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Ordre Indirect

La Figure 41 illustre les scores moyens à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre indirect (épreuve des cubes de Corsi, ordre inversé) pour deux groupes d'enfants de Cycle 2. Les enfants bilingues obtiennent un score moyen d'empan visuo-spatial indirect de 5,92 (ET = 1,88 ; E = 0,38), tandis que les enfants monolingues présentent un score moyen de 4,75 (ET = 2,21 ; E = 0,45). Cette différence moyenne reflète une meilleure capacité des enfants bilingues à rappeler les séquences de blocs dans l'ordre inverse, indicateur clé du fonctionnement de la mémoire de travail visuo-spatiale. Une analyse inférentiel a été réalisée à l'aide d'un test t de Student pour échantillons indépendants, afin de comparer les performances des deux groupes. Le test a révélé une p-value de 0,05, soit exactement le seuil de significativité statistique communément retenu. Ainsi, nous pouvons considérer cette différence comme statistiquement significative. Le fait que les enfants bilingues obtiennent un score moyen d'empan indirect significativement plus élevé suggère qu'ils pourraient bénéficier d'un avantage cognitif dans ce type de tâche. Ce résultat renforce l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme stimule certaines fonctions exécutives, en particulier l'inhibition, la mise à jour et la flexibilité mentale, nécessaires pour gérer un ordre non séquentiel d'informations. Les barres d'erreur représentées sur la figure montrent une

certaine variabilité intra-groupe, mais la différence intergroupe reste suffisamment nette pour être considérée comme robuste. Malgré cette variabilité, les performances des enfants bilingues apparaissent systématiquement supérieures à celles de leurs homologues monolingues dans cette tâche spécifique.

Les résultats de ce test t suggèrent que le bilinguisme pourrait avoir un effet bénéfique sur les capacités de mémoire visuo-spatiale en ordre indirect chez les enfants scolarisés en Cycle 2. Cette différence significative appuie l'idée que l'exposition précoce à deux langues peut enrichir certains processus cognitifs, notamment ceux mobilisés dans des tâches complexes exigeant le maintien et la manipulation d'informations spatiales dans un ordre inversé.

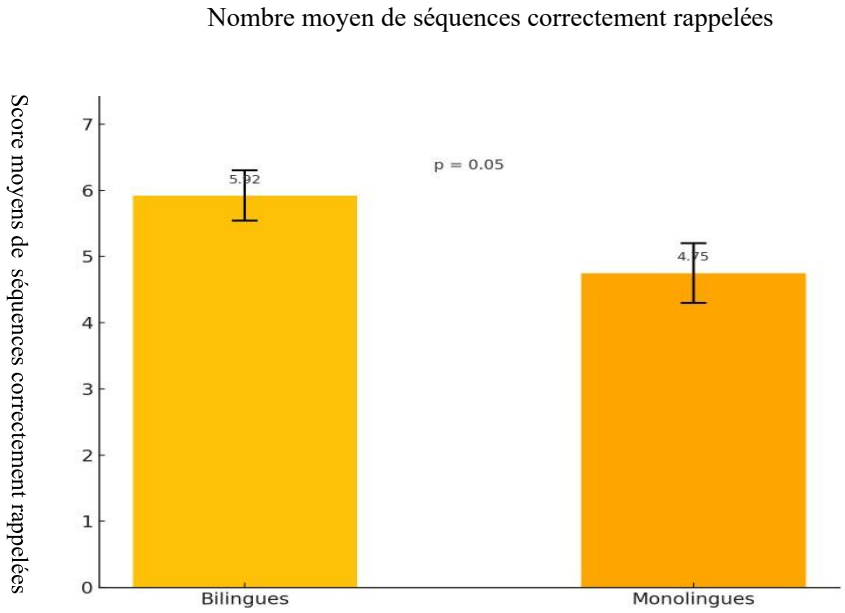


Figure 44

Nombre moyen (erreurs-types) de séquences correctement rappelées à la tâche de mémoire visuospatiale (ordre indirect) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones (Cycle 2, 6 à 7 ans et 11 mois).

Note. Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.

Analyse des erreurs (ordre indirect)

Trois types d'erreurs ont été analysés chez les enfants bilingues et monolingues dans la tâche des cubes de Corsi en ordre indirect : erreurs de direction, erreurs de localisation et erreurs sur

le nombre de blocs rappelés. Ces mesures visent à identifier des différences qualitatives dans les processus cognitifs mobilisés par chaque groupe.

Erreurs de direction :

Les erreurs de direction correspondent à des inversions dans l'ordre de reproduction des séquences spatiales. Les enfants bilingues présentent un score moyen d'erreurs de direction de 2,24 (ET = 1,48 ; E = 0,25), contre 1,70 (ET = 1,44 ; E = 0,25) pour les enfants monolingues. L'analyse statistique par test t de Student pour échantillons indépendants révèle que cette différence n'est pas significative (p = 0,13). Bien que les enfants bilingues semblent commettre davantage d'erreurs de direction, cette tendance reste modérée et ne permet pas de conclure à un effet du bilinguisme sur cette dimension.

Erreurs de localisation :

Les erreurs de localisation renvoient à des placements incorrects de blocs, c'est-à-dire des positions rappelées qui ne correspondent à aucune position présentée. Les enfants monolingues obtiennent un score moyen d'erreurs de localisation légèrement plus élevé (M = 4,09 ; ET = 2,32 ; E = 0,77) que les enfants bilingues (M = 3,88 ; ET = 1,96 ; E = 0,65). Cette différence est non significative (p = 0,45), ce qui ne permet pas d'établir un avantage clair en faveur d'un groupe. Elle suggère que les deux groupes mobilisent des ressources similaires pour localiser les items dans l'espace.

Erreurs sur le nombre de blocs :

Les erreurs sur le nombre de blocs concernent une incapacité à rappeler correctement le nombre d'items présentés dans la séquence. Les enfants monolingues commettent en moyenne 5,12 erreurs (ET = 2,28 ; E = 0,76), contre seulement 1,88 erreurs (ET = 1,48 ; E = 0,49) chez les enfants bilingues. Le test t de Student révèle une différence statistiquement significative entre les deux groupes (p = 0,00).

Cette différence nette suggère que les enfants bilingues disposent d'une meilleure capacité à estimer et mémoriser le nombre d'éléments dans une séquence, ce qui peut refléter une efficacité supérieure du traitement séquentiel et des capacités de mémoire de travail, potentiellement renforcées par l'expérience du bilinguisme et la gestion simultanée de deux systèmes linguistiques.

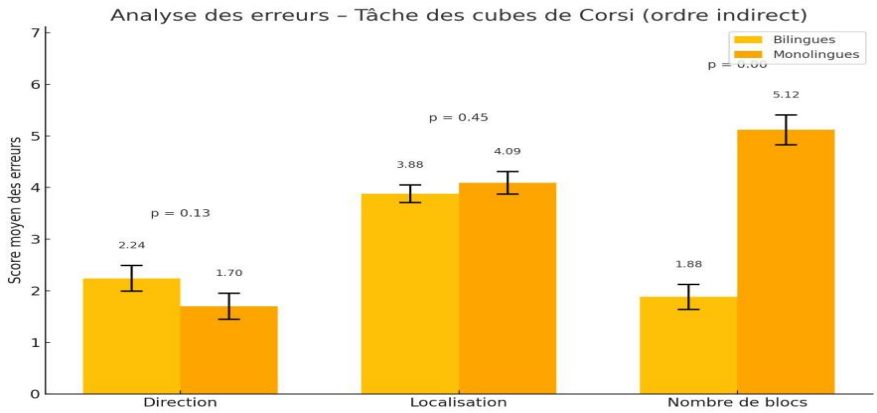


Figure45

Nombre moyen (erreurs types) d' erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre indirect)chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 6 à 7 ans et 11 mois.
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Groupe 2.1 âgé de 8 ans à 10 ans et 11 mois

Ordre Direct

Les analyses menées sur les performances en mémoire visuo-spatiale ont mis en évidence des différences notables entre les enfants bilingues et monolingues, selon l'ordre de la tâche.

La Figure 43, relative à la tâche en ordre direct, montre que les enfants bilingues obtiennent un score moyen significativement supérieur à celui des enfants monolingues. Plus précisément, les bilingues atteignent un score moyen de 9,48 (ET = 1,59 ; E = 0,33), tandis que les monolingues obtiennent une moyenne de 7,86 (ET = 2,10 ; E = 0,44). L'analyse statistique confirme cette différence avec une p-value de 0,006, indiquant une significativité visible. Cette différence suggère que les enfants bilingues présentent une meilleure capacité à mémoriser et restituer des séquences spatiales dans un ordre exact, ce qui pourrait refléter un avantage cognitif lié au bilinguisme dans le traitement visuo-spatial séquentiel. La faible variabilité observée au sein de chaque groupe renforce l'idée d'une supériorité stable chez les bilingues pour ce type de tâche, qui sollicite à la fois la mémoire de travail et la coordination attentionnelle

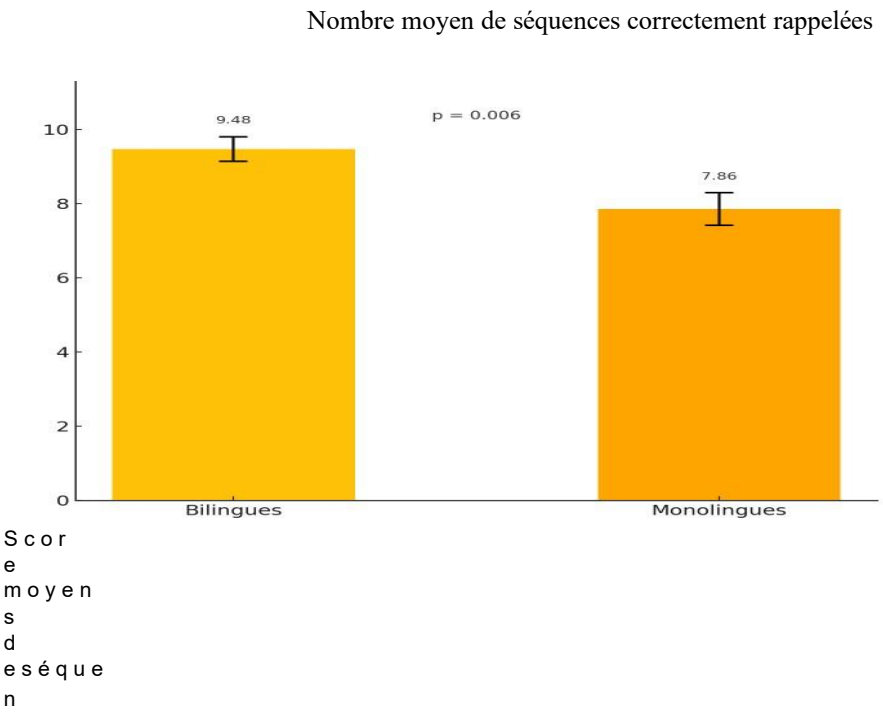


Figure 46

Nombre moyen (erreurs types) de séquences correctement rappelées à la tâche de mémoire visuospatiale (ordre direct) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones de Cycle 3 (8 à 10 ans et 11 mois).
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Analyse des erreurs (ordre direct)

Dans la tâche des cubes de Corsi en ordre direct, trois catégories d'erreurs ont été analysées afin d'évaluer les différences qualitatives entre enfants bilingues et monolingues : erreurs de direction, erreurs de localisation et erreurs sur le nombre de blocs rappelés.

Erreurs de direction :

Les erreurs de direction correspondent à des inversions dans la reproduction de la séquence spatiale présentée. Les enfants bilingues présentent un score moyen d'erreurs de direction de 1,24 (ET =
1,15 ; E = 0,21), tandis que les enfants monolingues atteignent une moyenne de 1,79 (ET = 1,17 ; E = 0,21). L'analyse inférentielle (test t de Student pour échantillons indépendants) révèle que

cette différence n'est pas statistiquement significative (p = 0,77). Bien que les enfants bilingues semblent faire légèrement moins d'erreurs de direction, cette différence est probablement due au hasard et ne permet pas de conclure à un effet du bilinguisme sur cette dimension. **Erreurs de localisation :**

Les erreurs de localisation désignent les erreurs de placement spatial, lorsque l'enfant pointe un bloc à une position incorrecte. Les enfants bilingues présentent un score moyen d'erreurs de localisation de 2,52, et les enfants monolingues de 2,62. La différence entre les deux groupes est faible et non significative (p = 0,68), indiquant que les performances des deux groupes sont similaires dans cette dimension. Aucun avantage clair ne peut être attribué à l'un ou l'autre groupe concernant la localisation des blocs en mémoire visuo-spatiale ordre direct.

Erreurs sur le nombre de blocs :

Les erreurs sur le nombre de blocs correspondent à l'incapacité à rappeler correctement le nombre d'éléments présentés dans la séquence. Les enfants monolingues commettent en moyenne 5,83 erreurs (ET = 1,96 ; E = 0,65), contre 2,69 erreurs (ET = 1,72 ; E = 0,57) chez les enfants bilingues. Cette différence est statistiquement significative (p = 0,00), suggérant que les enfants bilingues réussissent nettement mieux à estimer et retenir le nombre d'éléments à reproduire.

Ce résultat peut refléter une meilleure mémoire séquentielle ou l'usage de stratégies cognitives plus efficaces, potentiellement favorisées par la double gestion langagière du bilinguisme. Il soutient l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme précoce peut renforcer certaines dimensions de la mémoire de travail, en particulier lorsqu'une tâche implique une gestion structurée et séquentielle de l'information.

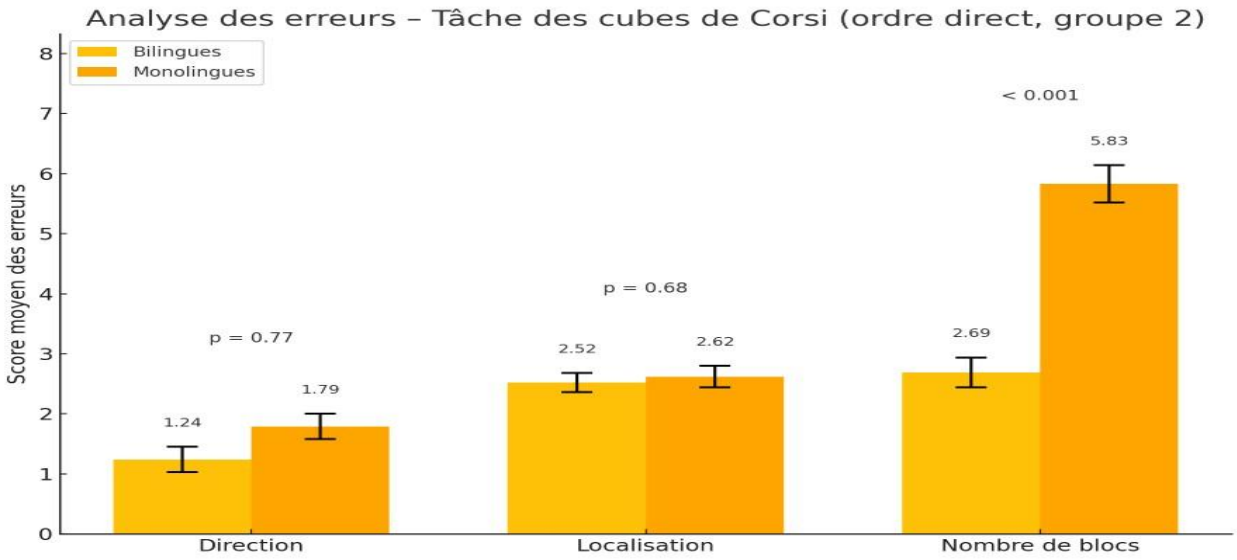


Figure 46

Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre direct)chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 8 à 10 ans et 11 mois.
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Ordre Indirect

La Figure 44 présente les performances moyennes à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre indirect (épreuve des cubes de Corsi, ordre inversé) chez des enfants bilingues et monolingues scolarisés en Cycle 3.

Les enfants bilingues obtiennent un score moyen d'empan visuo-spatial indirect de 5,90 (ET = 2,24 ; E = 0,39), tandis que les enfants monolingues présentent une moyenne de 4,96 (ET = 2,24 ; E = 0,39). Une analyse inférentielle par test t de Student pour échantillons indépendants a été menée pour comparer les deux groupes. Le test révèle une p-value de 0,09, ce qui n'atteint pas le seuil de significativité statistique conventionnel ($p < 0,05$). Néanmoins, cette valeur suggère une tendance non négligeable en faveur des enfants bilingues, méritant d'être prise en compte dans l'interprétation des résultats. Cette tâche en ordre indirect mobilise des processus cognitifs complexes : encodage spatial, stockage temporaire, transformation mentale des informations, et restitution inversée de la séquence. Dans ce contexte, la meilleure performance moyenne des enfants bilingues

pourrait refléter une plus grande flexibilité cognitive, renforcée par la gestion quotidienne de deux systèmes linguistiques.

Ces résultats s'inscrivent dans l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme précoce contribue au développement des fonctions exécutives, notamment la mémoire de travail, dans des situations requérant une manipulation mentale avancée et la gestion d'ordres non séquentiels.

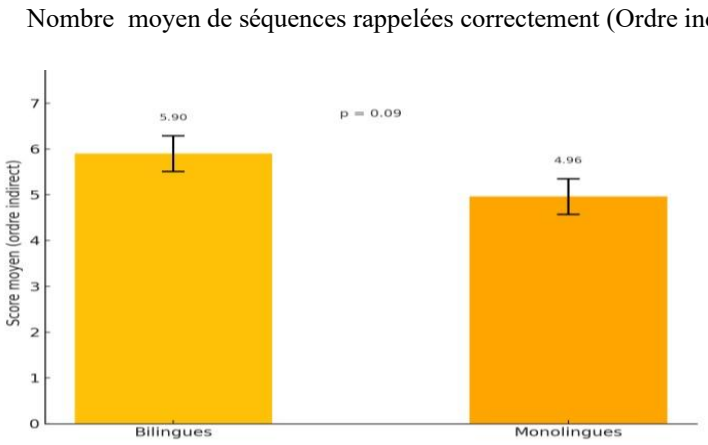


Figure 47

Nombre moyens (erreurs type) de séquences correctement rappelées en ordre indirect à la tâche des cubes de Corsi ((ordre indirect) chez les enfants bilingues (langues variées) et monolingues francophones de Cycle 3 (âgés de 8 à 10 ans et 11 mois).

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Interprétation des erreurs – Ordre indirect (groupe 2)

Dans cette épreuve plus exigeante sur le plan cognitif (ordre inversé dans la tâche de Corsi), les analyses des erreurs mettent en évidence des différences significatives entre enfants bilingues et monolingues sur plusieurs dimensions spécifiques.

Erreurs de direction :

Les erreurs de direction correspondent aux inversions de séquences dans la restitution de l'ordre des blocs. Les enfants bilingues produisent en moyenne 2,62 erreurs de direction (ET = 1,05 ; E = 0,18), contre 1,24 erreurs chez les enfants monolingues (ET = 1,15 ; E = 0,21). Cette

différence est hautement significative ($p < 0,001$), indiquant que les enfants bilingues rencontrent davantage de difficultés dans la restitution de l'ordre inversé, ce qui peut démontrer une surcharge cognitive ou une complexité élevée dans la manipulation mentale de l'information spatiale inversée.

Erreurs de localisation :

Les erreurs de localisation correspondent à des réponses incorrectes quant à la position spatiale des blocs. Les bilingues réalisent en moyenne 1,52 erreurs de localisation (ET = 0,92 ; E = 0,31), contre 2,52 erreurs pour les monolingues (ET = 1,34 ; E = 0,45). Cette différence est statistiquement significative ($p < 0,001$) et démontre que les enfants bilingues parviennent mieux à encoder et restituer la position spatiale des éléments. Cela pourrait refléter une meilleure flexibilité attentionnelle ou une efficacité plus élevée dans le traitement visuo-spatial.

Erreurs sur le nombre de blocs :

Les erreurs sur le nombre de blocs renvoient à l'incapacité à restituer correctement le nombre total d'items présentés dans la séquence. Les bilingues obtiennent un score moyen de 1,79 erreurs (ET = 1,11 ; E = 0,37), contre 2,69 erreurs chez les monolingues (ET = 1,23 ; E = 0,41).

Cette différence est significative ($p = 0,01$) et souligne une meilleure capacité de rétention numérique ou séquentielle chez les enfants bilingues, ce qui corrobore l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme peut renforcer certaines composantes de la mémoire de travail, notamment dans des tâches de complexité importante.

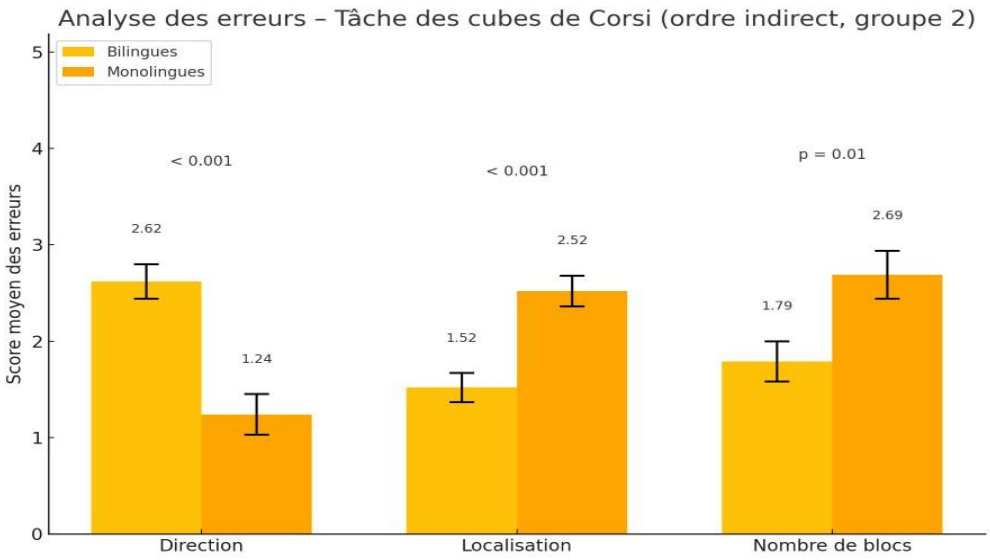


Figure 48

Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs réalisé lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre indirect) chez les sujets bilingues (langues variées) et monolingues âgés de 8 à 10 ans et 11 mois. ***Note.*** *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

6. Etude 2 : Bilingues franco-arabophones et monolingues francophones

Groupe 1.2 : enfants âgés de 6 ans et à 7 ans et 11 mois

Ordre Direct

La Figure 46 présente les résultats à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre direct (épreuve des cubes de Corsi) chez deux groupes d'enfants de Cycle 2 (âgés de 6 à 7 ans et 11 mois). Les enfants bilingues franco-arabophones ont obtenu un score moyen de 6.20 (ET = 1,93 ; E = 0,61), tandis que les enfants monolingues francophones ont atteint une moyenne de 5.40 (ET = 1.17; E = 0,37). Bien que les performances moyennes des bilingues soient légèrement supérieures, l'analyse statistique effectuée à l'aide d'un test t de Student révèle une p-value de 0,28, soit au-dessus du seuil conventionnel de significativité ($p < 0,05$). Cela signifie que la différence observée n'est pas statistiquement significative et pourrait résulter de variations aléatoires entre les individus, sans refléter un effet systématique du bilinguisme sur cette tâche spécifique.

Sur le plan cognitif, cette tâche d'ordre direct mobilise des capacités de rappel immédiat et de reproduction séquentielle, sans manipulation complexe de l'information. Ce type de mémoire, davantage lié au stockage passif à court terme, semble moins sensible aux effets du bilinguisme que des tâches mobilisant des fonctions exécutives plus élaborées.

Ces résultats rejoignent ceux de Gathercole & Baddeley (1993) ou Hilchey & Klein (2011), selon lesquels le bilinguisme n'apporte pas systématiquement un avantage dans des tâches de rappel direct ou de mémoire passive. Il conviendrait toutefois de vérifier ces tendances sur des échantillons plus larges et dans des contextes linguistiques variés.

Nombre moyen de séquences correctement rappelées à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre direct-Groupe1

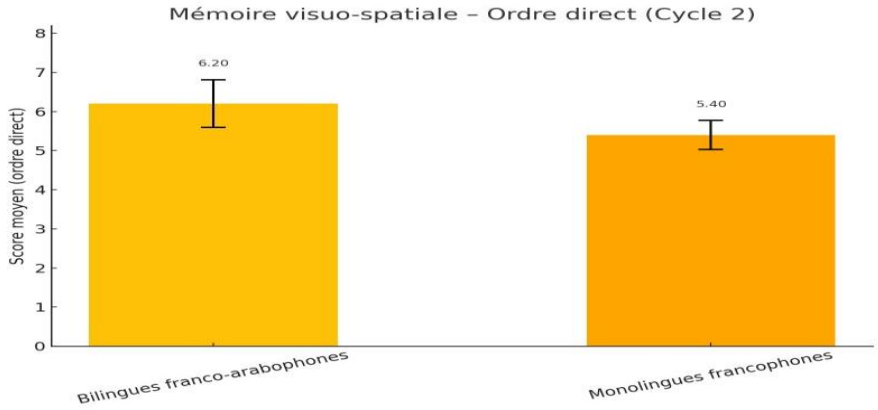


Figure 49

Nombre moyens (erreurs type)de séquences correctement rappelées à la tâche des cubes de Corsi (ordre direct)chez les enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones (Cycle 2, 6 à 7 ans et 11 mois).

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude. Les barres d'erreur représentent l'écart-type autour des moyennes. Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes (p = .28), bien que les bilingues obtiennent un score moyen légèrement supérieur.*

Ordre indirect

La Figure 50 présente les scores moyens de réussite à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre indirect (épreuve des cubes de Corsi) chez des enfants bilingues franco-arabophones et des enfants monolingues francophones, tous âgés de 6 à 7 ans et 11 mois, scolarisés en Cycle 2. Les enfants bilingues obtiennent un score moyen d'empan visuo-spatial indirect de 6,30 (ET = 1,82 ; E = 0,57), contre 3,60 (ET = 1,50 ; E = 0,47) pour les enfants monolingues. Les barres

d'erreur représentées sur la figure correspondent aux écarts-types de chaque groupe. La différence de 2,70 points entre les deux groupes est statistiquement significative (p = 0,002), ce qui indique que cette variation est hautement improbable si elle était due au seul effet du hasard. Cette performance nettement supérieure des enfants bilingues dans la condition en ordre indirect, qui exige une restitution inversée de la séquence mémorisée, suggère une plus grande flexibilité cognitive, ainsi qu'une efficacité supérieure des fonctions exécutives, en particulier la mise à jour et l'inhibition. Elle témoigne également d'une capacité renforcée à organiser et manipuler activement l'information en mémoire de travail.

Ces résultats s'inscrivent dans la continuité des travaux antérieurs soulignant l'effet bénéfique du bilinguisme sur les tâches à forte demande cognitive, notamment en lien avec la mémoire de travail et le traitement de séquences complexes (Bialystok et al., 2012 ; Moriguchi, 2014).

Nombre moyen de séquences correctement rappelées en MVS (ordre indirect-Groupe 1)

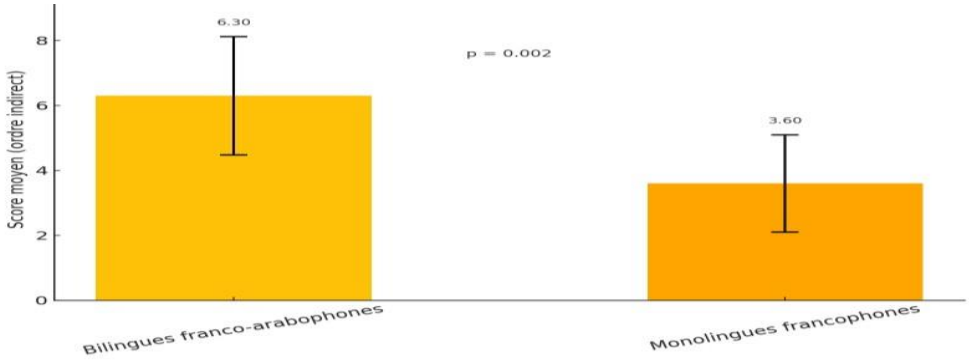


Figure 50

Nombre moyen (erreurs types) de séquences correctement produites en Mémoire Visuo-spatiale ordre indirect (Bilingues franco-arabophones Vs. Monolingues francophones ; Cycle 2 , (enfants âgés de 6 à 7 ans et 11 mois).
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Analyse des erreurs (ordre direct et ordre indirect)

Note méthodologique : En raison de la taille réduite de l'échantillon pour les groupes d'enfants bilingues franco-arabophones et monolingues francophones, les erreurs issues des tâches en ordre direct et en ordre indirect (épreuve des cubes de Corsi) ont été regroupées dans une analyse

conjointe. Cette stratégie permet d'augmenter la robustesse des comparaisons tout en conservant une lecture qualitative des tendances observées.

Trois types d'erreurs ont été pris en compte afin d'identifier des différences qualitatives dans les processus de mémoire visuo-spatiale entre les deux groupes : erreurs de direction, erreurs de localisation, et erreurs sur le nombre de blocs.

Erreurs de direction :

Les deux groupes présentent un score moyen identique de 1,80 erreur de direction, avec toutefois une variabilité plus importante chez les monolingues (ET = 1,81) que chez les bilingues (ET = 1,03).

La comparaison statistique n'indique aucune différence significative (p = 1,00), ce qui suggère une performance strictement équivalente dans cette dimension du traitement séquentiel.

Erreurs de localisation :

Les monolingues commettent en moyenne 4,10 erreurs de localisation, contre 3,60 pour les bilingues franco-arabophones.

Cette différence, bien que en faveur des bilingues, n'est pas statistiquement significative (p = 0,29), et ne permet donc pas de conclure à un effet systématique du bilinguisme sur la précision de l'encodage spatial.

Erreurs sur le nombre de blocs :

Une différence significative est observée dans cette catégorie. Les monolingues obtiennent un score moyen de 5,00 erreurs, contre seulement 1,10 erreurs pour les bilingues (p = 0,01). Cette variation nette montre un avantage marqué chez les enfants bilingues dans le traitement du nombre d'éléments à mémoriser. Elle pourrait refléter une meilleure capacité de rétention séquentielle, possiblement renforcée par l'expérience du traitement parallèle de deux systèmes linguistiques et la sollicitation plus fréquente des ressources exécutives.

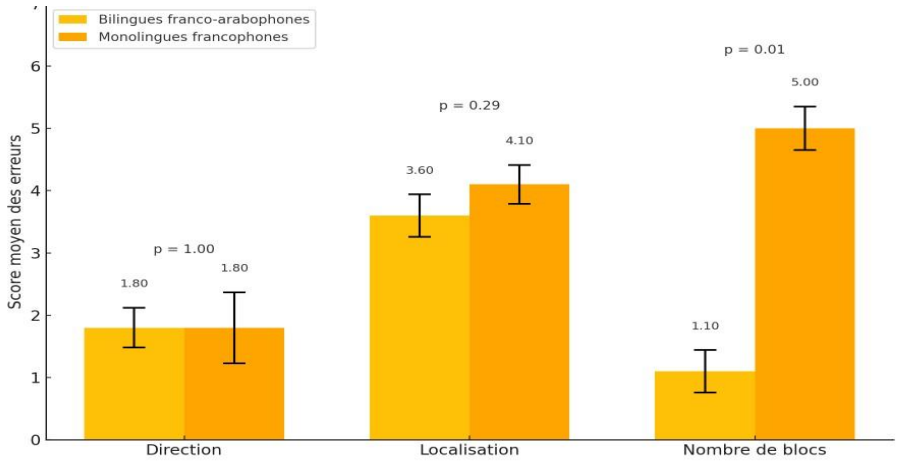


Figure51

Nombre moyen (erreurs types) d'erreurs produites lors de la tâche des cubes de Corsi (ordre direct et indirect)chez les sujets bilingues franco-arabophones et monolingues âgés de 6 à 7 ans et 11 mois.

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Groupe 2.2 : Enfants âgés de 8 à 10.11 ans

Ordre direct

La Figure 52 présente les scores moyens de réussite à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre direct (épreuve des cubes de Corsi) pour deux groupes d'enfants âgés de 8 à 10 ans et 11 mois, scolarisés en Cycle 3 : les bilingues franco-arabophones et les monolingues francophones. Les enfants bilingues obtiennent un score moyen d'empan visuo-spatial direct de 8,44 (ET = 1,09 ; E = 0,25), tandis que les enfants monolingues atteignent un score moyen de 7,17 (ET = 1,72 ; E = 0,40). Les barres d'erreur représentées sur la figure correspondent aux écarts-types moyens de chaque groupe. La différence de 1,27 point observée entre les deux groupes est statistiquement significative (p = 0,01), ce qui montre qu'elle est hautement improbable si elle était due au hasard. Cette performance supérieure des enfants bilingues dans la condition en ordre direct, qui sollicite la mémoire séquentielle immédiate et la reproduction exacte de trajectoires visuo-spatiales, indique une meilleure capacité de stockage et de restitution structurée de l'information. Ce résultat est cohérent avec l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme, en particulier lorsqu'il concerne deux langues culturellement et linguistiquement éloignées (comme le français et l'arabe),

favorise le développement de compétences visuo-spatiales.

Il vient également appuyer les travaux antérieurs (Bialystok et al., 2012 ; Moriguchi, 2014) qui montrent que le bilinguisme peut renforcer la mémoire de travail et améliorer les capacités attentionnelles, notamment dans des contextes cognitivement exigeants.

Nombre moyen de séquences correctement rappelées en MVS(ordre direct-Groupe 1)

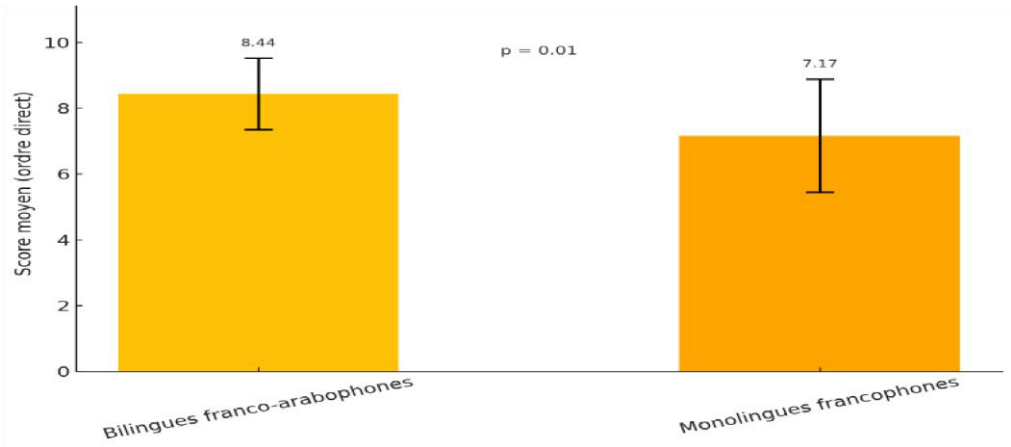


Figure 52

Nombre moyen (erreurs types) de production de séquences correctement rappelées lors de la tâche des cubes de Corsi Ordre direct (bilingues franco-arabophones Vs. monolingues francophones ; Cycle 3, âgés de 8 à 10 ans et 11 mois).
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Ordre indirect

La Figure 53 présente les scores moyens de réussite à la tâche de mémoire visuo-spatiale en ordre indirect (épreuve des cubes de Corsi) chez les enfants bilingues franco-arabophones et les enfants monolingues francophones du Cycle 3. Les bilingues obtiennent un score moyen d'empan visuospatial indirect de 9,06 (ET = 0,32 ; E = 0,11), tandis que les monolingues présentent un score moyen de 6,78 (ET = 1,86 ; E = 0,44). La différence de 2,28 points entre les deux groupes est hautement significative ($p < 0,001$), indiquant qu'il est extrêmement improbable qu'elle soit due au hasard. Cette performance supérieure des enfants bilingues dans la tâche en ordre indirect — qui implique une restitution inversée d'une séquence spatiale — montre une meilleure capacité de manipulation mentale, une flexibilité cognitive supérieure et une efficacité renforcée des fonctions exécutives, en particulier la mise à jour, l'inhibition et le rappel différé.

Ces résultats s'inscrivent dans la continuité des recherches soulignant les effets positifs du bilinguisme sur les fonctions exécutives et la mémoire de travail, notamment dans des contextes de traitement cognitif complexe et de rappel différé (Bialystok et al., 2004 ; Moriguchi, 2014). Le bilinguisme, en tant qu'expérience quotidienne de pratique simultanée de deux systèmes linguistiques, semble favoriser le développement de la mémoire de travail.

Ce constat renforce l'idée selon laquelle les enfants bilingues peuvent bénéficier d'un avantage cognitif global, observable dès l'enfance, et particulièrement dans des tâches exigeantes impliquant une planification mentale et une mobilisation soutenue des ressources attentionnelles.

Nombre moyen de production de séquences correctement rappelées en MVS(ordre indirect)

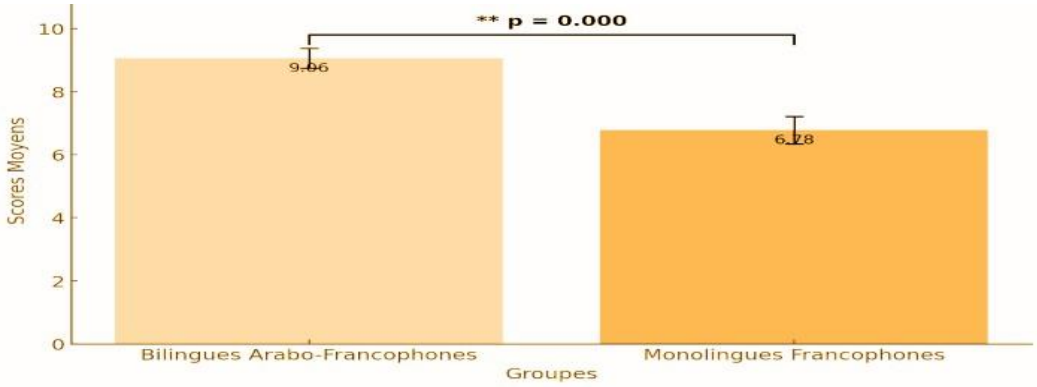


Figure 53
Nombre moyen (erreurs types) de production de séquences correctement rappelées en Mémoire Visuo-spatiale ordre indirect (bilingues franco-arabophones Vs. monolingues francophones ; Cycle 3, âgés de 8 à 10 ans et 11 mois).
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Analyse des erreurs (ordre direct et ordre indirect)
Note méthodologique :

En raison de la taille réduite des échantillons, les erreurs observées dans les tâches de mémoire visuo-spatiale en ordre direct et en ordre indirect ont été regroupées dans une analyse globale. Cette approche permet de renforcer la robustesse statistique tout en conservant une lecture qualitative des différences observées entre groupes.

Trois types d'erreurs ont été étudiés : les erreurs de direction, les erreurs de localisation, et les erreurs sur le nombre de blocs.

Erreurs de Direction

Les enfants bilingues présentent une moyenne de 1,06 erreur (ET = 1,16 ; E = 0,27), contre 2,06 erreurs pour les monolingues (ET = 1,58 ; E = 0,37). Cette différence est statistiquement significative (p = 0,04), ce qui indique que les enfants bilingues commettent significativement moins d'erreurs liées à l'orientation spatiale. Ce résultat peut être interprété comme un signe d'inhibition plus efficace des réponses erronées et d'un meilleur traitement de l'attention directionnelle, des compétences cognitives souvent mobilisées dans des contextes bilingues.

Le bilinguisme pourrait ainsi renforcer la capacité à se focaliser sur une séquence cible tout en inhibant les réponses concurrentes, en lien avec les fonctions exécutives.

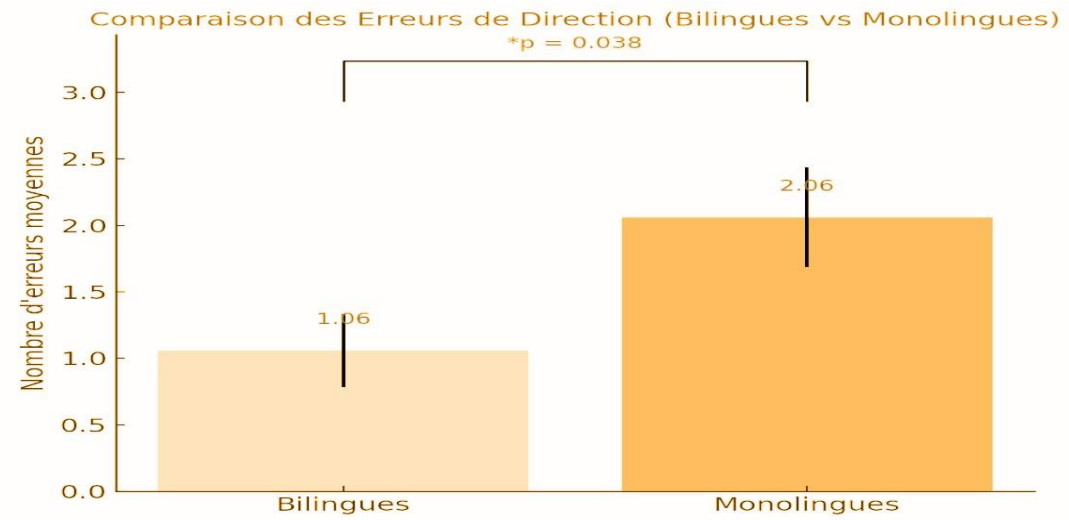


Figure 54

Nombre moyen (erreurs- types) des erreurs de direction produites par les enfants bilingues franco arabophones Vs Monolingues francophones âgés de 8 à 10 ans et 11 mois

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Erreurs de localisation

Les enfants bilingues présentent une moyenne de 2,61 erreurs (ET = 0,97 ; E = 0,23), tandis que les monolingues en commettent 4,44 en moyenne (ET = 1,20 ; E = 0,28).

La différence est hautement significative (p < 0,001), indiquant que les bilingues parviennent significativement mieux à encoder et restituer la position spatiale des blocs. Cette performance supérieure peut être interprétée comme le reflet d'une capacité renforcée de mémoire visuo-spatiale ainsi que d'une flexibilité cognitive élevée, compétences souvent mobilisées dans la pratique simultanée de deux langues. Ces résultats appuient l'idée que le bilinguisme exerce un effet bénéfique spécifique sur les tâches nécessitant une localisation spatiale précise, en lien avec les fonctions exécutives et la mémoire de travail.

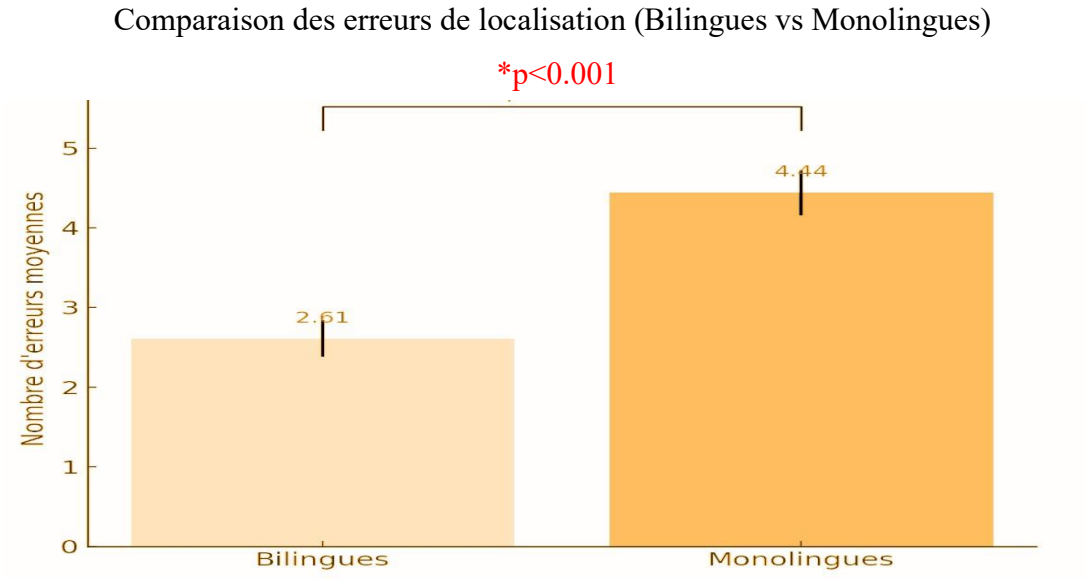


Figure 55

Nombre moyen (erreurs types) des erreurs de localisation produites par les enfants bilingues franco-arabophones Vs Monolingues francophones âgés de 8 à 10 ans et 11 mois ***Note.*** *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Erreurs de nombre

Les enfants bilingues présentent une moyenne de 2,11 erreurs (ET = 1,27 ; E = 0,30), tandis que les monolingues atteignent une moyenne nettement plus élevée de 5,89 erreurs (ET = 1,71 ; E = 0,40). Cette différence est hautement significative (p < 0,001), indique que les enfants bilingues réussissent significativement mieux à mémoriser et restituer le nombre exact d'éléments dans une séquence. Ce résultat peut être interprété comme le signe d'une efficience élevée de la mémoire séquentielle chez les bilingues, probablement liée au renforcement des

mécanismes exécutifs tels que l'inhibition des réponses inexactes et la mise à jour active de l'information.

Ces résultats (voir Figure 56) soutiennent l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme améliore le traitement de l'information sérielle, particulièrement utile dans les tâches impliquant un traitement simultané de plusieurs éléments.

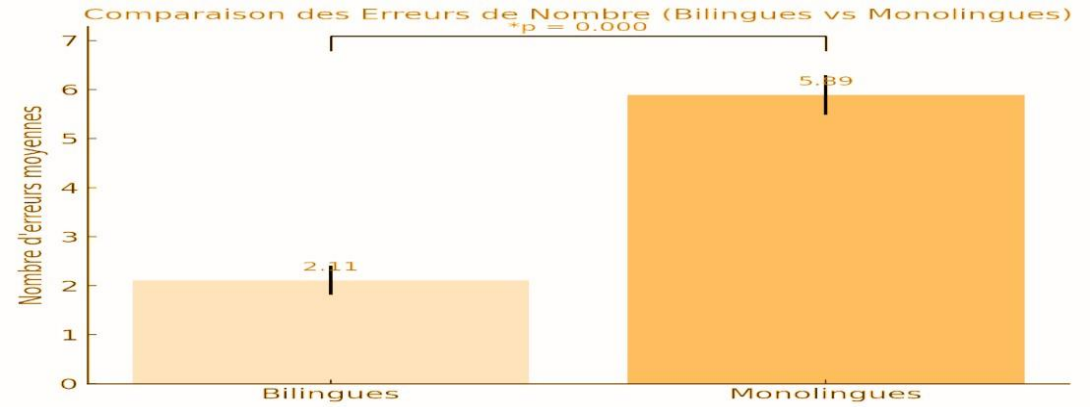


Figure 56

Nombre moyen des erreurs de nombre produites par les enfants bilingues franco-arabophones Vs Monolingue francophones âgés de 8 à 10 ans et 11 mois

Note. Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.

Les enfants bilingues arabo-francophones ont systématiquement des performances supérieures pour les trois types d'erreurs comparées, avec des différences significatives pour les erreurs de direction ($p = 0.038$), de localisation ($p < 0.001$), et de nombre ($p < 0.001$) (voir Figure 57). Ces résultats soulignent l'impact bénéfique du bilinguisme sur les fonctions exécutives, en particulier dans l'inhibition, la mémoire de travail, et la flexibilité cognitive.

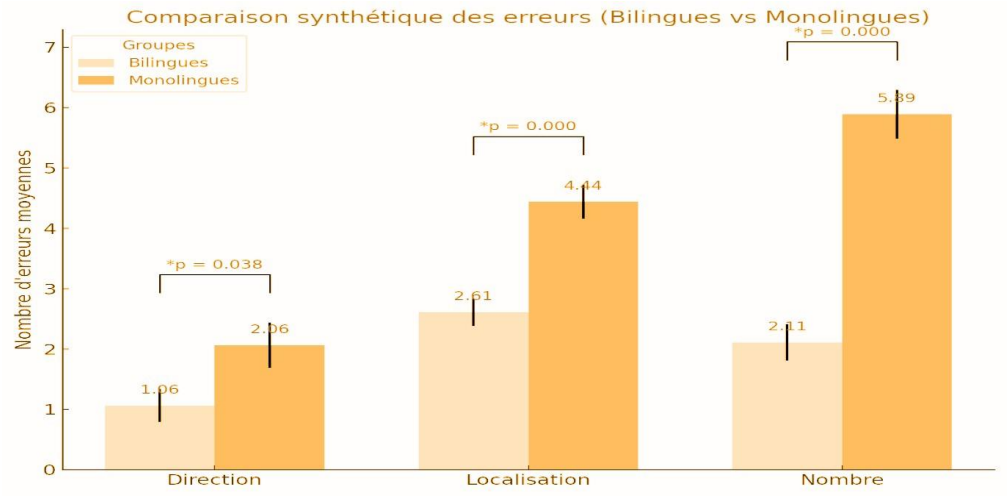


Figure 57

Nombre moyen des erreurs produites par les enfants bilingues franco-arabophones Vs Monolingue francophones âgés de 6 à 7 ans et 11 mois

Note. Ce graphique a été produit à partir des données collectées au sein de cette étude.

Bilan comparatif des types d'erreurs

La synthèse des trois dimensions précédentes montre que les enfants bilingues arabo-francophones ont systématiquement des performances supérieures dans les trois types d'erreurs comparées, avec des différences significatives pour les erreurs de direction ($p = 0.038$), de localisation ($p < 0.001$), et de nombre ($p < 0.001$) (voir Figure 57).

Ce constat appuie l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme exerce une influence positive sur les fonctions exécutives, notamment l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité cognitive.

7. Hypothèse d'explication

Le bilinguisme nécessite une gestion continue des interférences linguistiques et un contrôle attentionnel important, ce qui pourrait renforcer les capacités nécessaires pour exceller dans des tâches complexes comme celles impliquées dans la tâche des cubes de Corsi.

II. Mémoire auditivo-verbale : Subtest WISC-V

1. Objectifs et hypothèses

La présente étude s'appuie sur une procédure comparative des performances aux subtests de mémoire de travail issus du WISC-V, chez des enfants bilingues âgés de 8 à 10 ans, en comparaison avec celles d'enfants monolingues du même âge. L'objectif principal est d'examiner l'impact potentiel de l'apprentissage de deux langues sur le développement de la mémoire auditivoverbale. Cette investigation s'inscrit dans la continuité de la recherche précédente portant sur les effets du bilinguisme sur la mémoire visuospatiale, en vue d'enrichir les connaissances sur les bénéfices cognitifs du bilinguisme.

2. Méthode

2.1.Participants

L'échantillon de cette étude est composé de 58 participants (répartition filles/garçons) âgés entre 8 à 10 ans et 11 mois (M= 9 ans et 7 mois ; ET = 0,86 ; étendue=3,30 ; 26 garçons et 32 filles) scolarisés en Cycle 3 (CE2, CM1, CM2). La moitié du groupe est monolingue francophone (n=29), ayant utilisé, parlé et étudié en français depuis la naissance (M= 8 ans et 7 mois ; ET = 0,74 ; étendue=2,50; 11 garçons et 18 filles et la seconde moitié du groupe est bilingues (n=29) qui a parlé, entendu, le français et une seconde langue (diverses) depuis la naissance (M= 9 ans et 4mois ; ET = 0,82 ; étendue= 3,20 ; 15 garçons et 14 filles). Aucun des participants ne présentait de trouble du développement (voir Tableau 30). Nous avons pris soin d'apparier les deux groupes, afin de limiter les biais liés à l'origine socio-économique, socioprofessionnelle. Pour ce faire, nous avons recueilli les données socio-démographiques des familles (niveau d'éducation des parents, profession, situation familiale) à l'aide d'un questionnaire distribué aux parents. Ces informations ont permis de constituer des groupes comparables sur ces variables, en veillant à équilibrer les profils entre enfants bilingues et monolingues.

Tableau 30

Caractéristiques sociodémographiques des participants de l'étude -Mémoire auditivo-verbale (8 à 10ans et 11 mois) – Comparaison bilingues (francophones et langues diverses) vs monolingues francophones

Groupes	N	M (ans)	ET	E	G/F
Monolingues	29	8.7	0.74	2.5	11/18
Bilingues	29	9.45	0.82	3.2	15/14
Total	58	9.07	0.86	3.3	26/32

Note. *N = nombre de participants ; M* = moyenne d'âge ; *ET* = écart-type ; *E* = étendue *G/F = répartition garçons/filles.*

Le choix de limiter l'échantillon à des enfants âgés de 8 à 10 ans repose sur des résultats obtenus lors de la recherche précédente, qui a révélé des différences significatives plus marquées dans cette tranche d'âge que chez des enfants plus jeunes. Ce choix est également appuyé par les travaux de Pascual-Leone (1970), selon lesquels l'activation du schème M, un concept clé dans le développement cognitif, atteint un niveau particulièrement pertinent à cet âge, facilitant ainsi l'évaluation des fonctions cognitives ciblées dans cette étude. Ce choix méthodologique s'inscrit également dans une contrainte liée à la composition de l'échantillon. En effet, si les expérimentations précédentes présentées dans cette thèse ont permis d'extraire un sous-groupe spécifique d'enfants bilingues franco-arabophones, cette dernière expérience s'appuie sur un échantillon total relativement restreint (N = 58), réparti équitablement entre les enfants bilingues et monolingues (n = 29 participants au sein de dans chaque groupe). Parmi les enfants bilingues inclus, bien que l'arabe soit parfois représentée comme langue seconde, la diversité linguistique observée n'a pas permis de constituer un sous-échantillon homogène et suffisamment conséquent d'enfants parlant exclusivement l'arabe en tant que L1 ou L2. De ce fait, il n'a pas été possible, dans cette dernière phase, d'isoler un groupe de bilingues franco-arabophones à des fins d'analyse comparative spécifique, comme cela avait pu être réalisé dans les phases antérieures de la thèse.

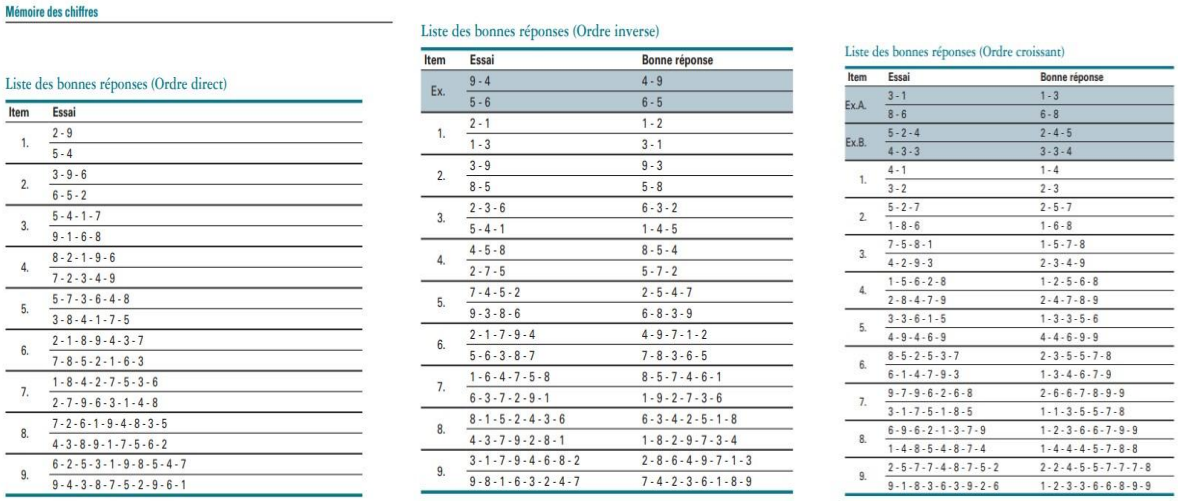
2.2.Matériel

Pour évaluer la mémoire de travail auditivo-verbale des enfants, deux subtests du WISC-V (Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants âgés de 6 à 16 ans ; Wechsler, 2016) ont été

utilisés : *Mémoire des chiffres* et *Séquence lettres-chiffres*. Le subtests *Mémoire des chiffres* permet d'évaluer la mémoire de travail (MT) auditivo-verbale ainsi que l'indice de mémoire de travail (IMT). Dans le but d'approfondir l'investigation, le subtest complémentaire *Séquence lettres-chiffres* a été intégré pour affiner l'évaluation de l'efficience cognitive. Ce subtest évalue principalement la mémoire de travail auditive, la capacité d'attention et la flexibilité cognitive. L'enfant doit réorganiser mentalement une suite de lettres et de chiffres entendus, en répétant d'abord les chiffres dans l'ordre croissant, puis les lettres dans l'ordre alphabétique. Cette tâche sollicite le traitement simultané et le maintien temporaire d'informations verbales complexes. Ainsi, ce subtest permet une comparaison plus fine des performances entre enfants bilingues et monolingues, en mettant en lumière les éventuels avantages cognitifs du bilinguisme dans le domaine du contrôle exécutif.

Épreuve 1 : Mémoire des chiffres

Cette épreuve évalue la capacité d'écoute, de concentration et de mobilisation de l'attention sur un court laps de temps. Elle repose sur un empan de chiffres auditivo-verbaux composé de séries allant de 1 à 9 chiffres. Le sujet doit répéter une série de chiffres selon trois modalités : dans un ordre direct (le sujet doit répéter les chiffres exactement dans l'ordre où ils ont été entendus. Cette condition mesure principalement l'empan mnésique passif, c'est-à-dire la capacité de stockage temporaire d'informations verbales sans transformation), un ordre inverse (le sujet doit répéter les chiffres dans l'ordre inverse de celui présenté (par exemple : 3-7-1 → 1-7-3). Cette condition mobilise non seulement le stockage, mais aussi le traitement actif de l'information, notamment la mise à jour et la manipulation mentale des éléments. Elle implique des ressources exécutives élevées, et un ordre croissant (le sujet doit répéter les chiffres en les réorganisant du plus petit au plus grand (par exemple : 4-2-8 → 2-4-8). Cette modalité exige un tri mental, engageant la flexibilité cognitive, la capacité de classement et le contrôle inhibiteur (afin de résister à la tentation de répéter immédiatement les chiffres dans l'ordre perçu). La consigne est dictée par l'examinateur comme suit :*« Je vais te dire quelques chiffres. Écoute bien attentivement, je ne peux les dire qu'une seule fois. Quand j'aurai terminé, tu les répéteras exactement comme moi. Dis-les comme je les dis. »* (voir Figure 58). Cette épreuve permet de mesurer des aspects spécifiques de la mémoire de travail auditivo-verbale tout en testant la flexibilité cognitive dans le traitement des différentes modalités de répétition.



Mémoire des chiffres

Liste des bonnes réponses (Ordre direct)

Item	Essai
1.	2-9
	5-4
2.	3-9-6
	6-5-2
3.	5-4-1-7
	9-1-6-8
4.	8-2-1-9-6
	7-2-3-4-9
5.	5-7-3-6-4-8
	3-8-4-1-7-5
6.	2-1-8-9-4-3-7
	7-8-5-2-1-6-3
7.	1-8-4-2-7-5-3-6
	2-7-9-6-3-1-4-8
8.	7-2-6-1-9-4-8-3-5
	4-3-8-9-1-7-5-6-2
9.	6-2-5-3-1-9-8-5-4-7
	9-4-3-8-7-5-2-9-6-1

Liste des bonnes réponses (Ordre inverse)

Item	Essai	Bonne réponse
Ex.	9-4	4-9
	5-6	6-5
1.	2-1	1-2
	1-3	3-1
2.	3-9	9-3
	8-5	5-8
3.	2-3-6	6-3-2
	5-4-1	1-4-5
4.	4-5-8	8-5-4
	2-7-5	5-7-2
5.	7-4-5-2	2-5-4-7
	9-3-8-6	6-8-3-9
6.	2-1-7-9-4	4-9-7-1-2
	5-6-3-8-7	7-8-3-6-5
7.	1-6-4-7-5-8	8-5-7-4-6-1
	6-3-7-2-9-1	1-9-2-7-3-6
8.	8-1-5-2-4-3-6	6-3-4-2-5-1-8
	4-3-7-9-2-8-1	1-8-2-9-7-3-4
9.	3-1-7-9-4-6-8-2	2-8-6-4-9-7-1-3
	9-8-1-6-3-2-4-7	7-4-2-3-6-1-8-9

Liste des bonnes réponses (Ordre croissant)

Item	Essai	Bonne réponse
Ex.A.	3-1	1-3
	8-6	6-8
Ex.B.	5-2-4	2-4-5
	4-3-3	3-3-4
1.	4-1	1-4
	3-2	2-3
2.	5-2-7	2-5-7
	1-8-6	1-6-8
3.	7-5-8-1	1-5-7-8
	4-2-9-3	2-3-4-9
4.	1-5-6-2-8	1-2-5-6-8
	2-8-4-7-9	2-4-7-8-9
5.	3-3-6-1-5	1-3-3-5-6
	4-9-4-6-9	4-4-6-9-9
6.	8-5-2-5-3-7	2-3-5-5-7-8
	6-1-4-7-9-3	1-3-4-6-7-9
7.	9-7-9-6-2-6-8	2-6-6-7-8-9-9
	3-1-7-5-1-8-5	1-1-3-5-5-7-8
8.	6-9-6-2-1-3-7-9	1-2-3-6-6-7-9-9
	1-4-8-5-4-8-7-4	1-4-4-4-5-7-8-8
9.	2-5-7-7-4-8-7-5-2	2-2-4-5-5-7-7-7-8
	9-1-8-3-6-3-9-2-6	1-2-3-3-6-6-8-9-9

Figure 58

Épreuve de mémoire des chiffres (ordre direct et ordre indirect ou inversé et ordre croissant) tirée de l'Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants (5e édition ; Pearson, 2016).

Note. *Adapté de Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants (5e édition), par Pearson, 2016. © Pearson.*

Épreuve 2 : Séquence lettres-chiffres

Cette épreuve évalue la mémoire de travail en situation de double tâche : elle exige la manipulation, le traitement et la restitution d'informations verbales après un délai de cinq, dix ou vingt secondes, avec ou sans tâches interférentes (motrices, articulatoires ou de calcul mental). Chaque condition comprend cinq essais. Le participant doit répéter un groupe de chiffres et de lettres, en restituant les chiffres dans un ordre croissant et les lettres dans l'ordre alphabétique. La consigne, dictée par l'examinateur, est formulée comme suit : *« Je vais te dire un groupe de chiffres et de lettres. Écoute bien attentivement, je ne peux les dire qu'une seule fois. Quand j'aurai terminé, tu répéteras les chiffres en premier dans l'ordre du plus petit au plus grand et les lettres en deuxième dans l'ordre alphabétique. (*voir Figure 59*)*. Cette épreuve permet de tester la mémoire de travail en intégrant la flexibilité cognitive et l'organisation séquentielle des informations.

Liste des bonnes réponses

Item	Essai	Bonnes réponses	
3.	A-3-2 4-1-C F-B-5	2-3-A 1-4-C 5-B-F	A-2-3 C-1-4 B-F-5
4.	Z-U-9 8-2-D C-5-Q	9-U-Z 2-8-D 5-C-Q	U-Z-9 D-2-8 C-Q-5
5.	9-H-3 J-6-N 5-E-8	3-9-H 6-J-N 5-8-E	H-3-9 J-N-6 E-5-8
6.	1-Z-4-J T-8-M-9 5-A-2-G	1-4-J-Z 8-9-M-T 2-5-A-G	J-Z-1-4 M-T-8-9 A-G-2-5
7.	U-1-G-7-X 8-V-2-R-7 S-6-K-3-M	1-7-G-U-X 2-7-8-R-V 3-6-K-M-S	G-U-X-1-7 R-V-2-7-8 K-M-S-3-6
8.	1-E-4-F-9-H J-2-P-5-F-6 7-Q-6-M-3-Y	1-4-9-E-F-H 2-5-6-F-J-P 3-6-7-M-Q-Y	E-F-H-1-4-9 F-J-P-2-5-6 M-Q-Y-3-6-7
9.	S-2-K-4-Y-1-G 7-S-9-K-1-T-6 N-2-J-6-R-8-V	1-2-4-G-K-S-Y 1-6-7-9-K-S-T 2-6-8-J-N-R-V	G-K-S-Y-1-2-4 K-S-T-1-6-7-9 J-N-R-V-2-6-8
10.	4-X-9-R-1-M-7-H W-2-X-9-A-6-Z-4 2-P-1-Y-4-K-7-W	1-4-7-9-H-M-R-X 2-4-6-9-A-W-X-Z 1-2-4-7-K-P-W-Y	H-M-R-X-1-4-7-9 A-W-X-Z-2-4-6-9 K-P-W-Y-1-2-4-7

Figure59

Épreuve Séquence lettres-chiffres tirée de l'Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants (5e édition ; Pearson, 2016).

Note. Adapté de *Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants (5e édition)*, par Pearson, 2016. © Pearson.

Cotation pendant les passations

Mémoire des chiffres : Ce subtest évalue la mémoire de travail auditivo-verbale, c'est-à-dire la capacité à retenir, manipuler et restituer une séquence d'informations numériques entendues brièvement. Il permet également d'apprécier l'attention, la concentration, et certaines composantes des fonctions exécutives, telles que la flexibilité cognitive et l'inhibition.

Chaque réponse correcte est créditée d'un point, tandis qu'une réponse incorrecte obtient un score de 0. Le total brut obtenu est ensuite converti en score standard à l'aide de tables de conversion normées, en tenant compte de l'âge de l'enfant. Ces scores standards sont étalonnés sur une moyenne de 10 avec un écart-type de 3, ce qui permet d'interpréter les performances individuelles par rapport à une population de référence du même âge.

Séquence lettres-chiffres : Ce subtest évalue la mémoire de travail auditive ainsi que la capacité de manipulation mentale et de réorganisation de l'information. L'enfant doit réorganiser une série de lettres et de chiffres présentée oralement, en restituant d'abord les chiffres dans l'ordre croissant, puis les lettres dans l'ordre alphabétique. Cette tâche sollicite fortement les fonctions exécutives, en particulier la flexibilité cognitive, la capacité de double encodage, et la mise à jour des informations en mémoire de travail. Une réponse est notée 1 point uniquement si l'ensemble des lettres et des chiffres sont restitués correctement dans l'ordre requis ; dans le cas contraire, elle est notée 0. Le score brut obtenu est ensuite converti en score standard normé à l'aide des barèmes du WISC, permettant une interprétation comparative par rapport à une population de référence. Ces scores sont également standardisés autour d'une moyenne de 10 avec un écart-type de 3.

3. Résultats

Les performances des enfants bilingues et monolingues ont été comparées pour trois catégories suivantes : *MCstand* (Mémoire des chiffres standardisée), *SLCstand* (Séquence lettres-chiffres standardisée).

Les moyennes des scores standardisés obtenus à chacun de ces subtests montrent de faibles écarts de performance entre les deux groupes. Toutefois, les barres d'erreur indiquent une variabilité interindividuelle importante, particulièrement marquée dans le groupe bilingue.

Les analyses statistiques menées à l'aide de tests t pour échantillons indépendants n'ont révélé aucune différence significative entre les groupes ($p > 0,05$), suggérant que les enfants bilingues et monolingues présentent des performances globalement comparables dans ces tâches spécifiques de mémoire de travail verbale (voir Figure 60).

Nombre moyen (erreurs types) de mémoire des chiffres (ordre direct, ordre indirect et ordre croissant) et séquences lettres chiffres des enfants bilingues Vs enfants monolingues

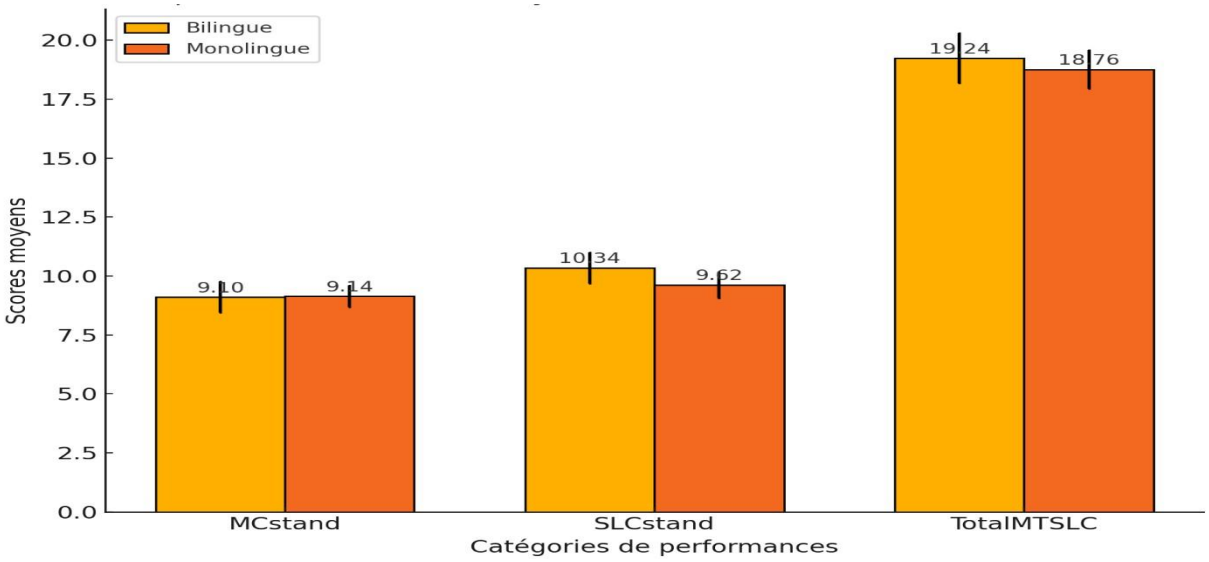


Figure 60

Nombre moyens (erreurs types) de mémoire des chiffres (ordre direct, ordre indirect et ordre croissant) et séquences lettres chiffres des enfants bilingues (langues variées) Vs enfants monolingues

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Les résultats n'ont pas révélé de différences significatives entre les enfants bilingues et monolingues dans les performances aux tâches de mémoire de travail auditivo-verbale. Une hypothèse plausible pour expliquer cette absence de différences est que les outils utilisés, tels que le WISC-V, ont été étalonnés principalement pour une population francophone monolingue. Cela pourrait limiter leur sensibilité à détecter les particularités cognitives spécifiques à une population bilingue, notamment dans des tâches impliquant des processus linguistiques. Cette hypothèse soulève l'importance d'adapter les instruments de mesure pour mieux évaluer les capacités cognitives dans des contextes culturels et linguistiques variés.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d’examiner les différences cognitives entre enfants bilingues et monolingues, en particulier dans les domaines de la mémoire de travail visuospatiale et

auditivoverbale, tout en explorant l'impact des combinaisons linguistiques distinctes, telles que l'arabe et le français.

Les résultats des tâches de mémoire visuospatiale, évaluées à l'aide des cubes de Corsi, révèlent des différences significatives entre les deux groupes. Les enfants bilingues, notamment ceux exposés à des langues très différentes comme l'arabe et le français, ont montré une supériorité significative dans les tâches impliquant un ordre indirect. Ce résultat souligne la capacité supérieure des enfants bilingues à manipuler des séquences complexes et à mobiliser des ressources exécutives pour gérer des tâches impliquant une flexibilité cognitive. Cependant dans les tâches en ordre direct, où la mémoire immédiate est sollicitée sans transformation cognitive des données, les performances entre bilingues et monolingues se rapprochent, suggérant une différence dans les processus cognitifs mobilisés par ces deux types de tâches.

Lorsque les langues en question appartiennent à des systèmes linguistiques fondamentalement distincts, comme l'arabe et le français, les résultats montrent des différences encore plus marquées. Les enfants bilingues arabo-francophones se distinguent par une meilleure gestion des tâches nécessitant une coordination complexe, notamment dans les erreurs liées au rappel du nombre de blocs et à leur localisation. Cela pourrait indiquer que la distance linguistique, qui exige un effort supplémentaire pour naviguer entre des systèmes phonologiques et grammaticaux divergents, contribue au développement renforcé de fonctions exécutives telles que l'inhibition et la flexibilité cognitive.

Toutefois, les performances en mémoire de travail auditivo-verbale n'ont pas révélé de différences significatives entre les deux groupes. Cela pourrait s'expliquer par la nature des tâches, qui sollicitent davantage des capacités de rappel immédiat que des mécanismes complexes de traitement de l'information. Ces résultats montrent que l'impact du bilinguisme sur les fonctions cognitives peut varier en fonction du type de mémoire impliqué et du degré de complexité des tâches.

Limites et précautions d'interprétation

Les résultats de cette étude doivent être interprétés avec prudence. Les différences observées

entre groupes linguistiques reposent sur des comparaisons statistiques et ne permettent pas d'établir de relations causales entre la pratique du bilinguisme et les performances en mémoire de travail. Par ailleurs, les tâches utilisées mobilisent conjointement des composantes attentionnelles, langagières et mnésiques, ce qui peut contribuer à la variabilité des performances observées. Enfin, les profils bilingues hétérogènes constituent un facteur à prendre en compte dans l'interprétation des résultats.

4. Conclusion générale de l'étude expérimentale 3

Cette troisième étude expérimentale visait à examiner les effets du bilinguisme sur les composantes de la mémoire de travail chez les enfants, en distinguant la mémoire visuo-spatiale et la mémoire auditivo-verbale. Elle a mobilisé deux outils complémentaires : l'épreuve des cubes de Corsi, ciblant la mémoire de travail visuo-spatiale, et les subtests de mémoire du WISC-V, axés sur la mémoire verbale et numérique. En intégrant ces deux dimensions, cette recherche a permis une exploration fine des fonctions cognitives sollicitées par le bilinguisme, dans une perspective développementale et comparative.

Les résultats obtenus révèlent des tendances différenciées selon la modalité de la tâche. Les enfants bilingues – et plus spécifiquement les bilingues franco-arabophones – ont présenté une supériorité significative dans les tâches visuo-spatiales, en particulier dans les conditions les plus exigeantes sur le plan cognitif, telles que les épreuves en ordre indirect. Ces performances suggèrent un avantage cognitif tangible du bilinguisme dans les processus impliquant l'inhibition des réponses dominantes, la flexibilité mentale, et la manipulation dynamique des informations spatiales. Ce constat est d'autant plus marquant chez les enfants bilingues ayant grandi dans des environnements linguistiques où les langues mobilisées appartiennent à des systèmes structurellement éloignés, comme c'est le cas de l'arabe et du français. Il semble alors que la distance typologique entre les langues pourrait constituer un levier supplémentaire dans le développement des fonctions exécutives, en augmentant la charge cognitive requise pour la gestion simultanée de deux systèmes linguistiques.

L'analyse des erreurs – qu'elles soient de direction, de localisation ou de nombre – a également permis de confirmer cet avantage. Les enfants bilingues, dans l'ensemble, ont commis significativement moins d'erreurs, en particulier dans les tâches où le traitement séquentiel ou inversé est requis. Cette économie d'erreurs ne traduit pas seulement une meilleure capacité de

stockage mais également une organisation plus efficace de l'information, probablement façonnée par une pratique régulière du passage d'un code linguistique à un autre. Ces résultats s'alignent avec les hypothèses théoriques formulées dans les modèles du développement cognitif (Baddeley, 2000 ; Pascual-Leone, 1970) et renforcent l'idée d'un lien entre le bilinguisme et le développement du contrôle exécutif.

Par ailleurs, les résultats des tâches verbales (subtests WISC-V) montrent un contraste intéressant. Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes bilingues et monolingues. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette absence d'effet. D'une part, il est possible que la nature même des tâches, centrées sur le rappel immédiat sans manipulation transformationnelle, ne sollicite pas suffisamment les fonctions exécutives pour révéler un avantage lié au bilinguisme. D'autre part, la standardisation de ces outils sur une population monolingue pourrait ne pas être totalement adaptée à l'évaluation des spécificités cognitives des enfants bilingues, en particulier ceux issus de contextes multiculturels ou multilingues. Ce biais méthodologique souligne la nécessité d'élaborer des outils plus sensibles à la diversité linguistique, et mieux calibrés pour mesurer les effets du bilinguisme de manière équitable.

Enfin, la question de la taille et de la composition des échantillons doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats. Si certaines expérimentations antérieures ont permis de cibler des sous-groupes homogènes – notamment les bilingues franco-arabophones –, l'échantillon de cette dernière expérimentation était restreint à 58 participants répartis entre bilingues et monolingues, et intégrait une diversité linguistique importante. Cette hétérogénéité n'a pas permis d'isoler un sous échantillon suffisamment pertinent de bilingues franco-arabophones pour une analyse différenciée. Cette contrainte souligne l'enjeu méthodologique que représente l'étude du bilinguisme dans des contextes réels, où les combinaisons linguistiques sont multiples, souvent asymétriques, et influencées par des facteurs sociaux, culturels et éducatifs.

En conclusion, cette étude confirme partiellement l'hypothèse d'un effet bénéfique du bilinguisme sur les fonctions exécutives, en particulier dans les tâches visuo-spatiales et celles impliquant une forte demande cognitive. Elle appelle néanmoins à une prudence interprétative pour les tâches verbales, et à une réflexion critique sur les outils d'évaluation utilisés. Ces résultats invitent à poursuivre les recherches en affinant les instruments méthodologiques, en

élargissant les échantillons, et en considérant les trajectoires linguistiques individuelles comme variables essentielles à la compréhension de l'impact cognitif du bilinguisme.

Dans la continuité des expérimentations cognitives précédemment menées, il nous a paru essentiel d'enrichir l'approche méthodologique par une exploration plus fine du contexte linguistique, socioculturel et socioéconomique des participants. En effet, étudier les effets du bilinguisme ne saurait se limiter à une simple distinction entre enfants bilingues et monolingues ; il convient également d'appréhender la richesse et la complexité des environnements dans lesquels ces enfants évoluent.

C'est dans cette perspective que nous avons conçu et administré un questionnaire structuré à destination des familles des enfants participants. Cet outil visait à recueillir des données précises concernant plusieurs dimensions clés : le niveau d'études des parents, la situation socioéconomique du foyer, le parcours migratoire, les langues parlées à la maison, ainsi que la fréquence, le contexte et la valorisation de l'usage de chacune des langues. Le questionnaire abordait également des aspects plus qualitatifs, tels que l'importance accordée à la transmission intergénérationnelle de la langue d'origine, les pratiques culturelles associées à chaque langue, ou encore les attitudes parentales vis-à-vis du bilinguisme.

L'intégration de ces variables permet de mieux contextualiser les résultats obtenus aux tâches cognitives, en tenant compte de facteurs susceptibles d'influencer le développement des fonctions exécutives et des compétences mnésiques. Elle offre également un éclairage complémentaire sur les mécanismes par lesquels le bilinguisme se construit et se vit au quotidien, en interaction avec les dynamiques culturelles et sociales propres à chaque famille.

Étude expérimentale 4 : Analyse contextuelle du bilinguisme à travers un questionnaire parental

I. Objectifs et hypothèses

L'objectif général de cette quatrième étude est d'explorer, à travers un questionnaire parental, les variables contextuelles susceptibles d'influencer les effets du bilinguisme observés dans les tâches cognitives précédemment menées. Dans une perspective écosystémique, cette étude vise à intégrer les dimensions sociolinguistiques, culturelles et socioéconomiques qui participent à la construction du profil bilingue de chaque enfant. L'analyse de ces facteurs permettra de compléter l'interprétation des résultats cognitifs en tenant compte de la diversité des pratiques langagières et des environnements familiaux dans lesquels évoluent les participants.

Le questionnaire a été conçu pour recueillir des données précises concernant :

- Le niveau d'études des parents
- La situation socioéconomique du foyer
- Les langues parlées à la maison, leur fréquence d'utilisation, ainsi que les contextes dans lesquels elles sont mobilisées (sphère familiale, scolaire, sociale)
- Le degré d'exposition au français et à la seconde langue
- L'importance accordée à la transmission linguistique et culturelle
- Les représentations parentales du bilinguisme et les intentions éducatives en lien avec la langue d'origine

Ce dispositif vise à situer les performances cognitives dans une réalité sociolinguistique concrète, en reconnaissant que les effets du bilinguisme ne peuvent être pleinement compris sans prendre en compte les modalités de son appropriation.

Trois questions principales ont guidé la construction de ce questionnaire :

1. Les profils sociolinguistiques des enfants bilingues présentent-ils des régularités susceptibles d'influencer le développement cognitif ?
   Cette question vise à déterminer si certaines pratiques langagières – telles que l'usage équilibré des deux langues ou leur valorisation explicite par les parents – sont associées à des profils cognitifs particuliers.

2. Les représentations parentales du bilinguisme influencent-elles la fréquence et la qualité de l'exposition linguistique ?
   Il s'agit d'examiner dans quelle mesure l'importance symbolique accordée à la langue d'origine, la volonté de transmission et les pratiques éducatives en lien avec les langues modulent les effets du bilinguisme sur le développement cognitif de l'enfant.

3. Des disparités socio-économiques peuvent-elles moduler les effets du bilinguisme sur les fonctions exécutives ?

Cette dernière question explore la possibilité que certaines variables contextuelles, comme le niveau d'éducation des parents ou les conditions matérielles du foyer, interagissent avec le bilinguisme pour produire des effets différenciés sur les capacités mnésiques et attentionnelles.

Variables de l'expérimentation 4 : (Questionnaire)

Dans cette étude, les variables issues du questionnaire parental comprennent notamment des indicateurs relatifs au contexte socio-éducatif, aux pratiques langagières familiales, à la fréquence d'usage des langues et à la valorisation perçue du bilinguisme. Ces variables ont été mises en relation avec les performances cognitives des enfants aux différentes tâches expérimentales, dans une perspective exploratoire visant à identifier des associations potentielles entre contexte linguistique et fonctionnement cognitif.

- VI/Prédicteurs : variables d'usage/fréquence, niveau d'étude, valorisation, langue dominante, etc.
- VD : performances cognitives + variables du questionnaire (corrélations)

II. Méthode

1. Participants

Cette dernière expérimentation a nécessité la distribution de questionnaires aux parents de 126 participants bilingues (répartition filles/garçons) âgés entre 6 à 10 ans et 11 mois (M= 8.98 ; ET= 1.34 ; étendue=5.4), scolarisés en cycle 2 (CP, CE1, CE2) et cycle 3 (CM1, CM2); dans le département de Seine Saint Denis (93); 66 garçons et 60 filles, scolarisés dans le (93), qui ont parlé, entendu, le français et une seconde langue (diverses) depuis la naissance.

2. Matériel

Dans le cadre de cette recherche, plusieurs questionnaires ont été utilisés pour recueillir des données auprès des participants (enfants et parents des participants). Un premier auto questionnaire a été distribué afin d'évaluer le niveau de bilinguisme et la maîtrise des deux langues, ainsi que leur usage et leur fréquence dans différents contextes de la vie quotidienne (travail, espace public, environnement familial). Ce questionnaire (voir Figure 61), s'appuie sur une échelle de Likert, permettant d'estimer la compétence en production et en compréhension orale dans la seconde langue.

« Sur l'échelle suivante indiquez votre niveau de maîtrise de la seconde langue en termes de production orale. »
« Sur l'échelle suivante indiquez votre niveau de maitrise de la seconde langue en termes de compréhension orale. »

Très bon *moyen* *faible* *mauvais*

|_____|_____|_____|

Figure 61

Échelle d'évaluation de la production et de la compréhension de la seconde langue.

Note. Cette échelle a été développée pour les besoins de cette recherche.

Un ou second questionnaire recueillait des informations relatives aux caractéristiques personnelles des participants, notamment leur âge, leur sexe, leur contexte familial, leur langue maternelle et leur niveau d'étude, selon le modèle suivant :

- Âge : _____
- Sexe : Féminin / Masculin

Enfin, un troisième questionnaire, (voir Figure 62), portait sur la représentation culturelle et linguistique des participants. Son objectif était d'évaluer les représentations sociales et culturelles des sujets et d'explorer leur impact potentiel sur leur investissement dans les apprentissages. Ce questionnaire, également basé sur une échelle de Likert, mesurait l'importance accordée à l'utilisation de la seconde langue et à la culture associée. Les participants devaient se positionner sur une échelle graduée selon les catégories suivantes :

« Sur l'échelle suivante indiquez l'importance d'utilisation de cette seconde langue »

|_____|_____|_____|

Très important *moyen* *sans avis* *pas important*

Figure 62

Modèle d'échelle d'évaluation de l'importance d'utilisation de la seconde langue.
Cette échelle a été développée pour les besoins de cette recherche.

Ces instruments ont permis de collecter des données quantitatives et qualitatives pour analyser les liens entre les performances des fonctions exécutives des enfants participants, le contexte socioculturel et les apprentissages.

3. Résultats des analyses des corrélations entre variables linguistiques, cognitives et socioculturelles

3.1. Analyse des corrélations entre Mémoire de travail (MT) et fréquence d'utilisation de la seconde langue

Le tableau 31 ci-dessous, présente les résultats de l'analyse de corrélation entre la fréquence d'utilisation de la langue par les enfants bilingues et leurs performances en mémoire de travail. Les résultats révèlent une corrélation positive modérément forte, avec un coefficient de Pearson de $r = 0.59$, statistiquement significatif ($p < 0.01$). Cette association indique que plus la langue est utilisée fréquemment par l'enfant dans son quotidien, meilleures sont ses performances aux tâches de mémoire de travail. Ce résultat suggère que la pratique régulière de la langue ne se limite pas à un simple usage communicatif, mais qu'elle constitue un entraînement cognitif impliquant l'attention, la mise à jour de l'information, et la gestion simultanée de plusieurs éléments en mémoire.

L'utilisation active et fréquente de la langue peut ainsi renforcer les circuits neuronaux mobilisés dans les tâches mnésiques, notamment celles qui sollicitent le stockage temporaire et la manipulation de données. Cette observation rejoint les travaux mettant en avant les bénéfices cognitifs associés à l'usage soutenu de plusieurs langues, en particulier lorsqu'il s'agit de maintenir deux systèmes linguistiques en parallèle.

Ces résultats soutiennent l'idée que la fréquence d'exposition et de pratique d'une langue constitue un facteur déterminant dans le développement de la mémoire de travail, venant appuyer l'hypothèse selon laquelle l'environnement linguistique et la dynamique d'usage jouent un rôle actif dans la structuration des fonctions exécutives chez l'enfant bilingue.

Tableau 31

Corrélation entre la fréquence d'utilisation de la langue et la mémoire de travail MT

Variables	N	M	ET	r de Pearson	Sig. (Bilatéral)
Mémoire de travail	126	14.91	5.31	1	
Importance de transmission	126	2.41	0.74	0.59**	0.00

Note. *M* = Moyenne, *ÉT* = Écart-type, *r* = coefficient de corrélation de Pearson, *p* = Signification bilatérale.

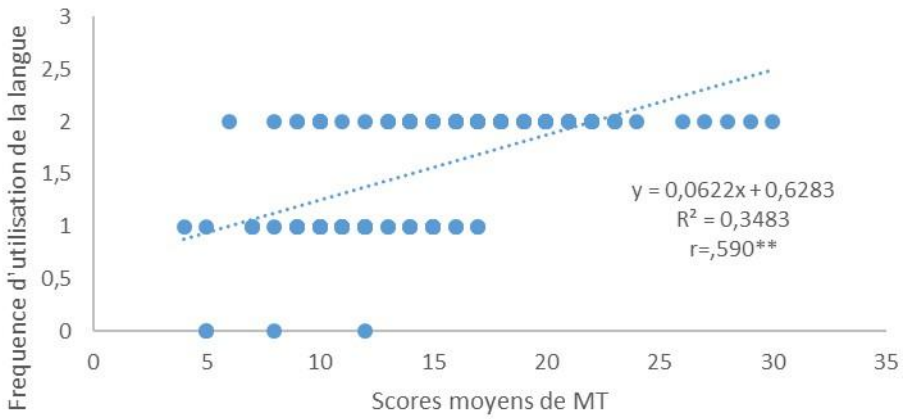


Figure 65

Corrélation entre la fréquence d'utilisation de la seconde langue et les performances de la mémoire de travail

Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

3.2. Analyse des corrélations entre niveau d'étude des parents des participants et performance de la mémoire de travail

Les résultats du tableau indiquent une corrélation positive forte entre le niveau d'étude des parents et les performances en mémoire de travail de leurs enfants ($r = 0.71$; $p < 0.001$). Cette relation, statistiquement significative, suggère qu'un niveau d'instruction parental plus élevé est associé à de meilleures performances cognitives, en particulier en ce qui concerne la mémoire de travail. Ce lien peut s'expliquer par plusieurs facteurs. D'une part, les parents ayant un niveau d'éducation plus élevé ont tendance à créer un environnement plus riche sur le plan langagier, cognitif et éducatif, ce qui stimule le développement des fonctions exécutives chez l'enfant. D'autre part, ces parents sont souvent plus investis dans les pratiques éducatives quotidiennes, ce qui favorise la structuration des routines, l'apprentissage stratégique, et l'exposition précoce à des activités sollicitant la mémoire et l'attention.

Ces résultats rejoignent les travaux mettant en lumière le rôle central des facteurs socio éducatifs dans le développement cognitif de l'enfant (cf. Bradley & Corwyn, 2002 ; Hackman et al., 2010). Ils soulignent l'importance de prendre en compte le niveau d'éducation parentale comme variable contextuelle dans l'analyse des performances cognitives, en particulier dans les études portant sur le bilinguisme, où les effets linguistiques peuvent interagir avec les conditions socioculturelles du développement.

Cette corrélation vient appuyer l'idée que le développement de la mémoire de travail ne dépend pas uniquement de facteurs internes ou linguistiques, mais qu'il est également étroitement lié à l'environnement éducatif dans lequel l'enfant évolue.

Tableau 32

Corrélation entre le niveau d'étude et la mémoire de travail MT

Variable	N	M	ET	r de Pearson	Sig. (Bilatéral)
Mémoire de travail	126	14.91	5.31	1	
Niveau d'étude	126	2.41	0.74	0.71**	0.00

Note. *M* = Moyenne, *ÉT* = Écart-type, *r* = coefficient de corrélation de Pearson, *p* = Signification bilatérale.

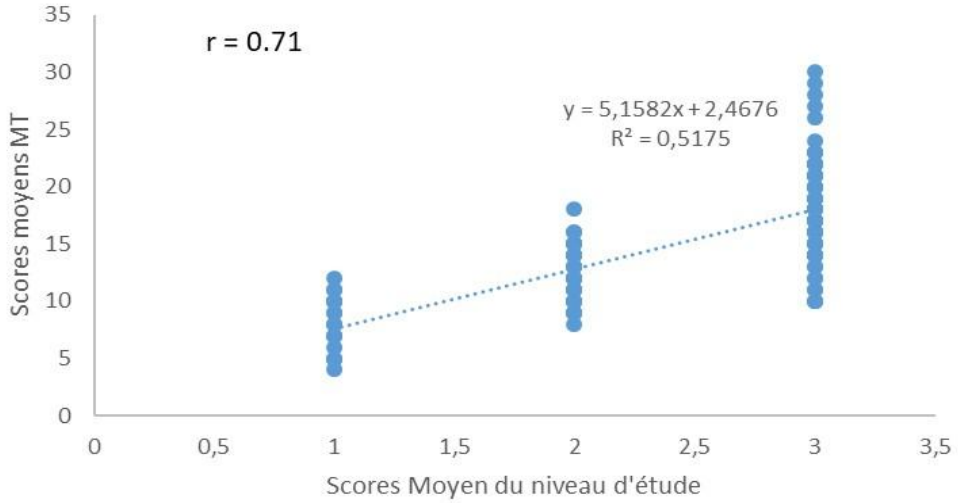


Figure 67

Corrélation entre le niveau d'étude des parents et les performances de la mémoire de travail
Note. *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

3.3. Analyse des corrélation entre Niveau d'étude des parents et valorisation de la seconde

langue

Les résultats du tableau 33 indiquent une corrélation positive faible entre le niveau d'étude et la valorisation de la langue seconde ($r = 0.20$; $p = 0.047$). Cette relation, bien que statistiquement significative, révèle que l'élévation du niveau d'instruction est modérément associée à une attitude plus positive vis-à-vis de la langue seconde. Le lien observé suggère que des niveaux d'étude plus élevés peuvent favoriser une meilleure reconnaissance de l'intérêt ou de l'importance de la langue seconde.

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à expliquer cette association. D'une part, un niveau d'éducation plus élevé est souvent lié à une plus grande ouverture aux langues et aux cultures, ce qui peut nourrir une valorisation plus marquée du bilinguisme. D'autre part, les individus ayant un parcours éducatif plus long peuvent avoir été davantage exposés aux enjeux de diversité linguistique et culturelle dans leurs trajectoires scolaires et professionnelles, ce qui renforce l'acceptation et l'estime des langues secondes (Extra & Gorter, 2008 ; García & Wei, 2014).

Ces résultats s'inscrivent dans la lignée des travaux qui mettent en lumière l'influence des variables socio-éducatives sur les attitudes linguistiques et le rapport au bilinguisme. Ils soulignent l'importance de considérer le niveau d'instruction comme un facteur contextuel qui peut interagir avec les dimensions linguistiques et identitaires dans l'étude des attitudes envers la langue seconde. Cette corrélation vient rappeler que la valorisation d'une langue n'est pas seulement fonction de l'usage quotidien ou des compétences linguistiques, mais qu'elle est également façonnée par l'environnement éducatif et culturel des individus (Bialystok, 2001 ; Cummins, 2000).

Tableau 33

Corrélation entre le niveau d'étude et la valorisation de la seconde langue

Variable	N	M	ET	r de Pearson	Sig. (Bilatéral)
Valorisation de la langue	100	3.13	1.07	1	
Niveau d'étude	100	2.41	0.74	0.20	0.047

Note. *M* = Moyenne, *ÉT* = Écart-type, *r* = coefficient de corrélation de Pearson, *p* = Signification bilatérale.

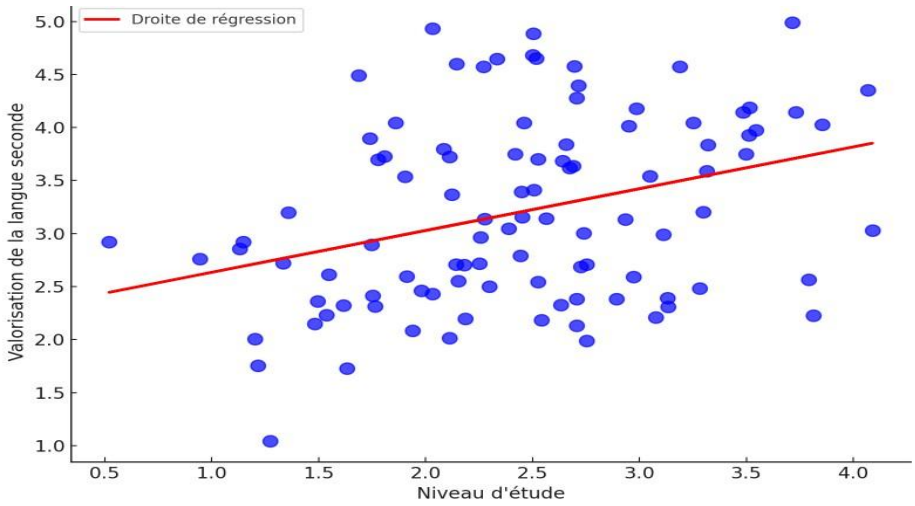


Figure 68

Corrélation entre le niveau d'étude des parents et la valorisation de la seconde langue ***Note.*** *Ce graphique a été produit à partir des données collectées dans cette étude.*

Ces résultats reposent sur des analyses corrélationnelles et doivent être interprétés avec prudence : ils indiquent une association entre variables, sans permettre d'inférer un lien causal. D'autres facteurs contextuels (niveau socio-éducatif, pratiques familiales, exposition cumulative aux langues) peuvent contribuer à la relation observée.

Limites et précautions d'interprétation

Les résultats de cette étude reposent sur des analyses corrélationnelles et doivent être interprétés avec une grande prudence. Les associations observées entre variables contextuelles, pratiques langagières et performances cognitives ne permettent pas d'inférer des relations causales. De nombreux facteurs susceptibles d'interagir, tels que le niveau socio-éducatif, la qualité des interactions langagières ou les pratiques éducatives familiales, peuvent contribuer aux relations observées. Cette étude s'inscrit ainsi dans une démarche exploratoire, visant à dégager des pistes de réflexion plutôt qu'à établir des effets directs du contexte linguistique sur le fonctionnement cognitif.

4. Discussion : Rôle des contextes sociolinguistiques et culturels dans le développement cognitif des enfants bilingues

L'analyse des données issues du questionnaire parental permet de mieux comprendre l'influence des facteurs contextuels sur les effets du bilinguisme observés dans les tâches cognitives. Elle révèle des interactions significatives entre certaines dimensions sociolinguistiques – telles que l'importance accordée à la transmission de la langue, la fréquence d'utilisation de la seconde langue ou encore le niveau d'étude des parents – et les performances des enfants en mémoire de travail.

Les résultats obtenus soulignent d'abord le rôle déterminant des pratiques langagières actives dans le développement cognitif. La fréquence d'utilisation de la langue seconde, tout comme l'importance attribuée à sa transmission, sont associées à de meilleures performances en mémoire de travail. Ces corrélations suggèrent que le bilinguisme n'opère pas seulement à travers une exposition passive aux langues, mais qu'il repose avant tout sur des usages fréquents, contextualisés et valorisés, qui mobilisent les fonctions exécutives de manière récurrente.

De manière complémentaire, les représentations culturelles et linguistiques véhiculées par les familles apparaissent comme un levier majeur de développement cognitif. Lorsque les parents accordent une forte importance à la langue d'origine, perçue comme une composante essentielle de l'identité culturelle, les enfants semblent bénéficier d'un environnement plus favorable à la stimulation cognitive. Cette valorisation symbolique de la langue contribue probablement à renforcer leur engagement linguistique et éducatif, en consolidant à la fois leur appartenance culturelle et leur investissement dans les apprentissages. Ainsi, les effets cognitifs du bilinguisme ne peuvent être pleinement dissociés des dimensions affectives, identitaires et sociales dans lesquelles il s'inscrit.

Par ailleurs, l'analyse met en évidence le rôle du niveau d'étude des parents comme facteur modulateur significatif. Un niveau d'éducation plus élevé est corrélé à de meilleures performances mnésiques chez les enfants, ce qui s'explique probablement par un environnement plus stimulant sur les plans langagier et éducatif. Cependant, il est intéressant de noter que ce même niveau d'instruction est associé à une importance moindre accordée à la transmission de la langue d'origine. Ce constat révèle une tension possible entre valorisation des trajectoires

d'intégration sociolinguistique et préservation de l'héritage culturel, tension qui mérite d'être explorée plus avant dans des études futures.

Ces résultats s'inscrivent dans une approche écosystémique du développement cognitif, selon laquelle les fonctions exécutives émergent de l'interaction dynamique entre les caractéristiques individuelles de l'enfant et les contextes sociaux, culturels et linguistiques dans lesquels il évolue. Le bilinguisme, dans cette perspective, ne peut être envisagé comme une variable homogène, mais comme un phénomène multidimensionnel, façonné par des pratiques langagières, des croyances éducatives, des parcours migratoires et des conditions matérielles spécifiques.

Cette dernière étude montre que les effets du bilinguisme sur la cognition sont indissociables des réalités culturelles et éducatives des enfants. Elle appelle à une prise en compte plus fine des contextes dans l'élaboration des politiques éducatives et dans l'évaluation des compétences cognitives, en particulier dans des territoires caractérisés par une grande diversité linguistique. Elle souligne enfin l'importance de valoriser les identités plurilingues au sein de l'école et de la société, non seulement pour soutenir les apprentissages, mais aussi pour favoriser un développement harmonieux et inclusif des enfants issus de contextes bilingues.

Discussion Générale

1. Bilinguisme et fonctions exécutives : un effet différencié selon les domaines cognitifs

L'ensemble des résultats obtenus à travers les différentes études expérimentales de cette thèse confirme partiellement l'hypothèse selon laquelle le bilinguisme influence positivement certaines fonctions exécutives chez l'enfant. En particulier, les effets les plus marqués ont été observés dans les domaines de l'inhibition et de la mémoire de travail visuo-spatiale. Les enfants bilingues, notamment ceux exposés à des langues structurellement éloignées comme l'arabe et le français, ont montré une plus grande capacité à traiter efficacement des situations de conflit

cognitif (Stroop), à mobiliser des stratégies efficaces dans les tâches mnésiques (Corsi en ordre indirect), et à structurer les séquences mentales avec souplesse et précision.

Ces résultats viennent étayer les modèles théoriques du contrôle exécutif du bilinguisme (Bialystok, 2001 ; Green, 1998), selon lesquels l'usage alterné de deux langues entraîne un renforcement du contrôle attentionnel et des capacités d'inhibition. La nécessité constante de sélectionner l'une des langues et d'inhiber l'autre dans des contextes variables sollicite fortement les mécanismes de traitement des conflits, ce qui favorise un entraînement régulier des fonctions exécutives.

Par ailleurs, les résultats en fluence verbale (étude 2) et en mémoire de travail verbale (expérience 3, WISC-V) se sont révélés plus contrastés. Si certains sous-groupes bilingues ont démontré une meilleure organisation lexicale et sémantique, notamment en fluence lexicale, les performances globales dans les tâches de rappel immédiat verbal n'ont pas systématiquement distingué les groupes. Ce constat invite à nuancer les conclusions en fonction de la nature des tâches : les tâches mobilisant une charge cognitive plus élevée ou une transformation active de l'information (ex. Corsi en ordre indirect) sont plus sensibles aux effets du bilinguisme que les tâches de simple restitution ou de rappel immédiat.

2. Influence des caractéristiques linguistiques et culturelles

Un des apports majeurs de cette thèse réside dans l'intégration du facteur typologique des langues parlées. Les résultats montrent que les enfants bilingues franco-arabophones se distinguent nettement, ce qui semble indiquer que la distance structurelle entre les langues (alphabets, phonologie, morphosyntaxe) intensifie les exigences cognitives liées à leur traitement. Cette observation corrobore les travaux de Blom et al. (2014) et d'Antoniou (2019), qui suggèrent que les effets du bilinguisme dépendent fortement de la nature des langues en présence et de la manière dont elles sont utilisées dans les contextes quotidiens.

La pratique quotidienne de deux langues aussi éloignées implique des processus de reconfiguration cognitive constants, avec des exigences importantes en termes de flexibilité, d'attention sélective et de mise à jour. Cela pourrait expliquer pourquoi les enfants bilingues franco-arabophones montrent des résultats plus significatifs dans certaines tâches exécutives que les bilingues ayant une combinaison linguistique plus proche du français.

3. Rôle des variables contextuelles et socioéconomiques

L'analyse approfondie des questionnaires parentaux a permis d'enrichir les interprétations cognitives par une perspective écosystémique (Bronfenbrenner, 1979). Les résultats montrent que la fréquence d'utilisation de la seconde langue, l'importance accordée à sa transmission, ainsi que le niveau d'étude des parents sont tous corrélés, à divers degrés, aux performances cognitives des enfants. Ces facteurs révèlent que le bilinguisme ne peut être envisagé indépendamment du contexte social, culturel et éducatif dans lequel il se développe.

Ainsi, un environnement familial qui valorise activement la langue d'origine semble constituer un terreau favorable au développement des fonctions exécutives. De même, le niveau d'instruction parental, souvent associé à un encadrement éducatif plus structuré et stimulant, apparaît comme un facteur protecteur et amplificateur des bénéfices cognitifs du bilinguisme.

En complément, l'analyse a mis en évidence une corrélation positive, bien que modeste, entre le niveau d'étude et la valorisation de la langue seconde. Ce résultat souligne que des parents ayant un niveau d'instruction plus élevé ont tendance à accorder une importance légèrement supérieure à la langue seconde, probablement en raison d'une plus grande ouverture aux enjeux culturels et linguistiques (Baker, 2001 ; Gardner, 1985). Cette relation statistiquement significative, bien que de faible intensité, rappelle que l'attitude des familles envers la langue seconde est en partie façonnée par des déterminants socio-éducatifs, tels que le niveau d'instruction, le statut socioéconomique, la valorisation des langues dans le projet éducatif familial, et l'exposition à des environnements plurilingues, lesquels peuvent interagir avec les processus cognitifs observés. Ces observations rejoignent les travaux qui insistent sur la nécessité d'intégrer les variables contextuelles dans toute analyse des effets du bilinguisme sur le développement de l'enfant (Cummins, 2000 ; Bialystok, 2001).

4. Limites méthodologiques et perspectives

Malgré la richesse des résultats obtenus, certaines limites doivent être soulignées. La diversité des profils bilingues au sein des échantillons – notamment dans la troisième étude – n'a pas permis de mener des analyses fines par sous-groupes linguistiques. De plus, les outils utilisés, en particulier ceux issus de batteries standardisées comme le WISC-V, ne sont pas toujours conçus pour saisir les spécificités des trajectoires bilingues.

Ces constats soulignent la nécessité de développer des outils plus sensibles et adaptés aux enfants plurilingues, et d'envisager des méthodologies mixtes, intégrant des analyses qualitatives des pratiques langagières.

Dans la perspective d'une publication, il sera pertinent de compléter ces analyses par des approches intégrant simultanément les facteurs Groupe linguistique et Âge (ANOVA ou modèles linéaires mixtes), afin d'estimer leurs effets conjoints et leurs interactions.

5. Une approche intégrative du bilinguisme

Enfin, cette thèse met en évidence que les effets du bilinguisme sur le développement cognitif ne relèvent pas d'un phénomène homogène, mais bien d'un processus multidimensionnel et dynamique. Le bilinguisme ne se résume pas à la simple cohabitation de deux langues, mais s'incarne dans des pratiques éducatives, des attitudes familiales, des représentations culturelles et des expériences identitaires. Il constitue ainsi une clé d'entrée pertinente pour comprendre les interactions complexes entre cognition, langage et environnement social.

Conclusion générale de la thèse

L'objectif principal de cette recherche doctorale était de déterminer dans quelle mesure le bilinguisme – en particulier lorsqu'il s'agit d'un bilinguisme précoce et simultané – influence le développement des fonctions cognitives chez l'enfant. En s'appuyant sur une démarche expérimentale articulée autour de trois grandes dimensions de la cognition (l'inhibition, la flexibilité mentale et la mémoire de travail), cette thèse a cherché à démontrer que le bilinguisme ne constitue pas une simple variable linguistique, mais un phénomène complexe à la croisée du développement cognitif, de l'expérience culturelle et de l'environnement socio-éducatif.

Les résultats issus des différentes études expérimentales montrent de manière récurrente que les enfants bilingues présentent, dans certaines conditions, un avantage significatif dans les tâches impliquant des fonctions exécutives. Cet avantage est particulièrement marqué dans les tâches les plus exigeantes, comme les épreuves d'ordre indirect en mémoire visuo-spatiale (cubes de Corsi), les épreuves de fluence lexicale nécessitant un accès rapide et organisé au lexique, ou encore les situations d'interférence cognitive (Stroop).

Ces observations confirment les modèles théoriques selon lesquels le bilinguisme, en sollicitant de manière continue les mécanismes de sélection de la réponse appropriée, de coordination et d'inhibition entre deux systèmes linguistiques, engendre un entraînement cognitif intensif. Ce processus d'entraînement contribue au renforcement de certaines fonctions exécutives, avec des effets bénéfiques potentiels sur la cognition de manière générale (Green, 1998 ; Bialystok, 2001 ; Costa et al., 2008). Ce constat est particulièrement vrai chez les enfants bilingues franco-arabophones, exposés à deux langues dont les structures phonologiques, grammaticales et scripturales diffèrent de manière substantielle. La pratique quotidienne de cette distance linguistique semble exiger un effort cognitif coûteux, stimulant ainsi des ressources exécutives telles que l'attention sélective, la flexibilité mentale et la planification. Les performances de ces enfants dans les tâches les plus complexes soulignent que le bilinguisme, lorsqu'il implique une alternance linguistique exigeante, peut fonctionner comme un levier de développement cognitif.

Cependant, ces bénéfices ne sont ni automatiques ni universels. Les résultats obtenus dans les tâches de mémoire verbale (subtests du WISC-V) ont été plus mitigés. Aucune différence significative n'a été relevée entre les enfants bilingues et monolingues, ce qui suggère que les effets du bilinguisme ne se manifestent pas nécessairement dans toutes les dimensions cognitives, ou qu'ils sont modulés par des facteurs tels que la nature des tâches, leur modalité (verbale vs visuospatiale), ou encore les outils utilisés, parfois peu adaptés aux profils plurilingues. De fait, les instruments standardisés conçus pour des enfants monolingues peuvent passer à côté des spécificités cognitives des enfants bilingues, appelant ainsi à une révision des outils psychométriques utilisés en contexte multiculturel.

L'originalité de cette thèse réside également dans son ancrage méthodologique écosystémique, intégrant les variables contextuelles, linguistiques et culturelles recueillies via un questionnaire parental. Cette approche a permis de montrer que les effets cognitifs du bilinguisme sont largement dépendants du contexte dans lequel il se développe. Ainsi, la fréquence d'utilisation de la langue seconde, l'importance accordée à sa transmission, les attitudes parentales face au bilinguisme, ainsi que le niveau d'instruction des parents sont autant de facteurs corrélés aux performances des enfants, notamment en mémoire de travail. Ces résultats confirment qu'un environnement langagier riche, valorisant, et soutenu éducativement est essentiel pour que les effets positifs du bilinguisme se manifestent pleinement.

Au-delà de l'impact cognitif, cette recherche souligne aussi la dimension identitaire et affective du bilinguisme. La langue n'est pas seulement un outil de communication, elle est un vecteur de culture, de lien familial, d'appartenance et d'émotion. Les représentations que les familles se forgent autour du bilinguisme influencent directement les pratiques langagières au sein du foyer, et donc les opportunités offertes à l'enfant de développer ses compétences dans les deux langues. Ces observations invitent à considérer le bilinguisme comme un phénomène dynamique, où la cognition, la culture et l'environnement social s'entrelacent.

Enfin, cette thèse rappelle que les effets du bilinguisme ne doivent pas être analysés selon une logique de dichotomie rigide entre bilingues et monolingues, mais selon une compréhension nuancée des trajectoires langagières individuelles. Chaque parcours bilingue est unique, influencé par des facteurs d'exposition, de valorisation, de pratique et de structuration culturelle. Cette pluralité des expériences doit être reconnue tant dans la recherche que dans les pratiques éducatives et cliniques.

En conclusion, les travaux présentés dans cette thèse apportent une contribution importante à la compréhension du lien entre bilinguisme et développement cognitif. Ils confirment que le bilinguisme peut agir comme un catalyseur des fonctions exécutives, notamment dans les contextes où la gestion linguistique est soutenue, valorisée et encadrée. Ils soulignent également l'importance de contextualiser l'expérience bilingue pour en saisir toutes les implications cognitives et éducatives. Ces résultats plaident pour une reconnaissance importante de la richesse cognitive et culturelle que représente le bilinguisme, et pour une valorisation de ces compétences dans les systèmes éducatifs, cliniques et sociaux. Ils appellent enfin à poursuivre les recherches dans cette voie, en développant des outils plus sensibles, en multipliant les contextes d'étude, et en adoptant une posture intégrative face à la diversité linguistique croissante de nos sociétés.

«*Le bilinguisme permet de développer une pensée plus flexible, une capacité à raisonner de manière critique et une meilleure compréhension interculturelle* »

Cummins, (Cummins, J. (2000). Language, power and pedagogy: Bilingual children in the crossfire. *Multilingual Matters*.

Bibliographie

Abdelilah-Bauer, B. (2015). *Le défi des enfants bilingues*. La découverte.

Adesope, O. O., Lavin, T., Thompson, T. G., & Ungerleider, C. (2010). A systematic review and meta-analysis of the cognitive correlates of bilingualism. Review of Educational Research, 80(2), 207-245. https://doi.org/10.3102/0034654310378550

Albert, M. L., et Obler, L. K. (1978). Le cerveau bilingue : aspects neuropsychologiques et neurolinguistiques du bilinguisme. Perspectives en neurolinguistique et psycholinguistique.

Antoniou, M. (2019). Les avantages du débat sur le bilinguisme. *Revue annuelle de linguistique*, *5*(1), 395-415.

Alladi, S., Bak, T. H., Duggirala, V., Surampudi, B., Shailaja, M., Shukla, A. K., ... & Kaul, S. (2013). Bilingualism delays age at onset of dementia, independent of education and immigration status. Neurology, 81(22), 1938-1944.

al-Naboulsi, D., & Vilette, B. (2021). Relations entre bilinguisme, performances scolaires et fonctions exécutives chez des enfants libanais de 8-10 ans. *Enfance*, *4*(4), 391-411.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5). Arlington, VA : American Psychiatric Publishing.

Anderson, J. A., Mak, L., Keyvani Chahi, A., & Bialystok, E. (2018). The language and social background questionnaire: Assessing degree of bilingualism in a diverse population. *Behavior research methods*, *50*, 250-263.

Antoniou, K. (2019). The advantages and disadvantages of bilingualism: A review paper. *International Journal of Bilingualism, 23*(2), 371-386. https://doi.org/10.1177/1367006918777280 Austin, J. L., Lane, G., & Récanati, F. (1970). *Quand dire, c'est faire* (pp. 7-8). Paris :
Éditions du Seuil.

Axelrod, R., et Hamilton, W. D. (1981). L'évolution de la coopération. *Science*, *211*(4489), 1390-1396.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory (Vol. 8, pp. 47-89). Academic Press.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences, 4(11), 417-423. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. Nature Reviews Neuroscience, 4(10), 829-839. https://doi.org/10.1038/nrn1201

Balkan, L. (1970). Les effets du bilinguisme français-anglais sur les aptitudes intellectuelles. *(No Title)*.

Barac, R., & Bialystok, E. (2012). Bilingual effects on cognitive and linguistic development: Role of language, cultural background, and education. *Child development*, *83*(2), 413-422.

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

Bayard, S., Erkes, J., & Moroni, C. (2007). Étude de la validité d'une adaptation francophone du test de Stroop Victoria dans l'évaluation des fonctions exécutives.

Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H. et Anderson, S. W. (2013). Insensibilité aux conséquences futures suite à des lésions du cortex préfrontal humain. Dans *Personnalité et troubles de la personnalité* (pp. 287-295). Routledge.

Bechara, A., Tranel, D. et Damasio, H. (2000). Caractérisation du déficit décisionnel des patients présentant des lésions du cortex préfrontal ventromédian. *Cerveau*, *123*(11), 2189-2202.

Benton, A. L. (1967). Problèmes de construction de tests dans le domaine de l'aphasie. *Cortex : une revue consacrée à l'étude du système nerveux et du comportement*.

Bernicot, J. (2000). Chapitre 2. La pragmatique des énoncés chez l'enfant. Dans : Michèle Kail éd., *L'acquisition du langage. Vol. II : Le Langage en développement. Au-delà de trois ans* (pp. 45-82). Paris cedex 14 : Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.fayol.2000.02.0045

Bernicot, J., & Laval, V. (1996). Promises in French children: Comprehension and metapragmatic knowledge. *Journal of Pragmatics*, *25*(1), 101-122.

Bernicot, J., Laval, V. (1996). Promises in French children: Comprehension and metapragmatic knowledge, *Journal of Pragmatics, Volume 25*, Issue 1,1996, (pp 101-122), ISSN 0378-2166, https://doi.org/10.1016/0378-2166(94)000755"Promises in French children: Comprehension and ... - ScienceDirect." 01 Jan. 1996, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378216694000755.

Bergelson, E., & Swingley, D. (2012). At 6–9 months, human infants know the meanings of many common nouns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(9), 3253-3258.

Bernstein, B. (1975). Cours et pédagogie : visibles et invisibles.

Bertoncini, J., Floccia, C., Nazzi, T., & Mehler, J. (1995). Morae and syllables: Rhythmical basis of speech representations in neonates. *Language and speech*, *38*(4), 311-329.

Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x

Berry, J. W. (1974). Psychological aspects of cultural pluralism: Unity and identity reconsidered. *Topics in Culture Learning, 2*, 17-22.

Beyond inhibition. Developmental Psychology, 46(1), 93-105.

Bialystok, E. (1999). Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development*, 70(3), 636–644.

Bialystok, E. (2007). Effects of bilingualism on cognitive and linguistic development. In R. K. Johnson & M. J. S. Landry (Eds.), Bilingualism and cognitive development (pp. 105-130).

Bialystok, E., Senman, L., & Majumder, S. (2008). Global-local processing and the enhancement of cognitive control in bilinguals. Developmental Psychology, 44 (1), 45-50. https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.1.

Bialystok, E. (2009). Bilingualism: The good, the bad, and the indifferent. Bilingualism: Language and Cognition, 12(1), 3-11.

Bialystok, E., Craik, F. I. M., Green, D. W., & Gollan, T. H. (2009). Bilingual minds. *Psychological Science in the Public Interest, 10*(3), 89-129.

DOI: 10.1177/1529100610387084

Bialystok, E., & Craik, F. I. M. (2010). Cognitive and linguistic control in the elderly: The advantages of bilingualism. In J. W. Schwieter (Ed.), Innovations in bilingualism: Perspectives and processes (pp. 99-119). John Benjamins Publishing Company. https://doi.org/10.1075/ihll.4.06bia

Bialystok, E. (2010). Global-local and trail-making tasks by monolingual and bilingual children

Bialystok, E. (2010). The bilingual advantage in executive functioning: A review of the evidence and the underlying mechanisms. Languages, 5(1), 115-130. https://doi.org/10.3390/languages5010115

Bialystok, E., & Craik, F. I. (2010). Cognitive and linguistic processing in the bilingual mind. *Current directions in psychological science*, *19*(1), 19-23.

Bialystok E, Luk G, Peets KF, YANG S. Différences de vocabulaire réceptif chez les enfants monolingues et bilingues. *Bilinguisme : langage et cognition*. 2010; 13(4):525-531. doi :10.1017/S1366728909990423.

Bialystok, E. (2011). Reshaping the mind: The benefits of bilingualism. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 65(4), 229-235. https://doi.org/10.1037/a0025406

Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Luk, G. (2012). Bilingualism: Consequences for mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(4), 240-250.

Bialystok, E., & Luk, G. (2012). Receptive vocabulary differences in monolingual and bilingual adults. *Bilingualism: Language and Cognition*, *15*(2), 397-401.

Bialystok, E. (2017). The bilingual adaptation: How minds accommodate experience. *Psychological Bulletin*, *143*(3), 233-262.

Bijeljac-Babic, R. (2000). Chapitre 6. Acquisition de la phonologie et bilinguisme précoce. Dans : Michèle Kail éd., *L'acquisition du langage. Vol. I : Le langage en émergence. De la naissance à trois ans* (pp. 169-192). Paris cedex 14 : Presses Universitaires de France. https://doiorg.accesdistant.bu.univ-paris8.fr/10.3917/puf.fayol.2000.01.0169

Bijeljac-Babic, R., Dodane, C., Metta, S., et Gerard, C. (2006). Productions en bilinguisme, apprentissage précoce des langues étrangères et monolinguisme. In *INTERSPEECH 2006-ICSLP*
Neuvième Conférence internationale sur le traitement du langage parlé, Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis, 17-21 septembre 2006.

Bijeljac-Babic, R. (2017). *L'enfant bilingue: de la petite enfance à l'école*. Odile Jacob.

Blanchet, A., & Gautier, B. (2021). Dictionnaire de Psychologie. Paris : Dunod.

Blakemore, S. J., & Frith, C. (2003). Self-awareness and action. *Current Opinion in Neurobiology, 13*(2), 219-224. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00043-6

Bley-Vroman R. Quel est le problème logique de l'apprentissage des langues étrangères ? Dans : Gass SM, Schachter j, eds. *Perspectives linguistiques sur l'acquisition d'une langue seconde.* Cambridge Linguistique Appliquée. Presses de l'Université de Cambridge ; 1989 :41-68.

Blom, E., Küntay, A. C., Messer, M., Verhagen, J., & Leseman, P. P. M. (2014). The role of language dominance in bilingual children's executive functioning. Journal of Experimental Child Psychology, 128, 58-76. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.06.006

Boas, F. (1966). *Introduction au manuel des langues amérindiennes* (Vol. 301). Presses de l'Université du Nebraska.

Boas, F. (1989). *Un lecteur de Franz Boas : la formation de l'anthropologie américaine, 1883-1911*. Presses de l'Université de Chicago.

Bornand, S., & Leguy, C. (2013). Ethnolinguistique et anthropologie linguistique en France. In S. Bornand & C. Leguy (Eds.), Ethnolinguistique et anthropologie des langues (pp. 929). L'Harmattan.

Borkowski, J. G., Benton, A. L. et Spreen, O. (1967). Fluidité des mots et lésions cérébrales. *Neuropsychologie*, *5*(2), 135-140.

Bosch, L., et Sebastián-Gallés, N. (1997). Capacités de reconnaissance de la langue maternelle chez les nourrissons de 4 mois issus d'environnements monolingues et bilingues. *Cognition*, *65*(1), 33-69.

Bosson, M. S., Hessels, M. G., & Hessels-Schlatter, C. (2009). Le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des élèves en difficulté d'apprentissage. *Développements*, (1), 14-20.

Bouayed, S., Lammel, A., & Goyet, L. (2024). THE INFLUENCE OF BILINGUALISM ON LEXICAL ACCESS AND CATEGORIZATION PROCESS IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN. In *InPACT Conferences 2024*.

Bouayed, S. S., Lammel, A., & Goyet, L. (2023, April). Visuospatial processing in the resolution of the Corsi test in bilinguals and monolinguals children. In *Proceedings from InPACT Conference*.

Boutet, J., & Gadet, F. (2003). Pour une approche de la variation linguistique. *Le français aujourd'hui*, *143*(4), 17-24.

Bourdieu, P. (1982). Ce que parler veut dire : l'économie des échanges linguistiques. Paris: Fayard.

Bourdieu, P. (1991). *Language and symbolic power*. Harvard University Press. Brain myelination at 7 months of age predicts later language development

Bronfenbrenner, U. (1979). *L'écologie du développement humain : expériences par la nature et le design*. Presse de l'université de Harvard.

Bronfenbrenner, U. (1979). Contextes de l'éducation des enfants : problèmes et perspectives. *Psychologue américain*, *34*(10), 844.

Brown, P., & Levinson, S. C. (1987). *Politeness: Some universals in language usage* (Vol. 4). Cambridge university press.

Brown, R. (1973). Une première langue : les premières étapes. *Cambridge, MA : Université Harvard*.

Bukhalenkova, D., Veraksa, A., Gavrilova, M., & Kartushina, N. (2022). Emotion understanding in bilingual preschoolers. *Behavioral Sciences*, *12*(4), 115.

Burchinal, M., Lee, M., et Ramey, C. (1989). Type de garderie et de développement intellectuel préscolaire chez les enfants défavorisés. *Développement de l'enfant*, 128-137.

Cahill, C. (2007). E Strauss, EMS Sherman, O. Spreen. A compendium of neuropsychological tests. New York, USA: Oxford University Press, 2006: 1216. Hardback, AUS $200.00. ISBN-13: 978-0-19-515957-8. *Acta Neuropsychiatrica*, *19*(3), 219-219.

Calame-Griaule, G. (1987). Ethnologie et langage : la parole chez les Dogon.

Canut, C., & Duchêne, A. (2011). Introduction. Instrumentalisations politiques et économiques des langues : le plurilinguisme en question.

Caramazza, A., Yeni-Komshian, G. H., Zurif, E. B., & Carbone, E. (1973). The acquisition of a new phonological contrast: The case of stop consonants in French English bilinguals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *54*(2), 421-428.

Cardona, G. R. (1970). Semantic universals and linguistic typology: Meaning in terms of syntactic categories. Indiana University Press.

Cardona, G. R. (1982). Sociolinguistic variables in speech acts. In D. G. Hays (Ed.), The structure of discourse (pp. 193-204). Walter de Gruyter.

Cardona, G. R. (1987). Dialectologie et ethnolinguistique. *Rivista italiana di dialettologia*, *11*, 125-132.

Carriat, L. (2021). *Impact du bilinguisme sur la mémoire de travail et les capacités arithmétiques chez l'enfant de deuxième primaire* [Mémoire de master, Université catholique de Louvain]. Université catholique de Louvain. http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:32291

Carlson, S. M., & Meltzoff, A. N. (2008). Bilingual experience and executive functioning in young children. Developmental Science, 11(2), 282-298.

Case, R., Kurland, D. M. et Goldberg, J. (1982). L'efficacité opérationnelle et la croissance de la mémoire à court terme. *Journal de psychologie expérimentale de l'enfant*, *33*(3), 386-404.

Catani, M. et Mesulam, M. (2008). Le fascicule arqué et le thème de la déconnexion dans le langage et l'aphasie : histoire et état actuel. *Cortex*, *44*(8), 953-961.

Chaminaud, S., Laval, V., & Bernicot, J. (2006). Pragmatique et compréhension du langage chez l'enfant : une étude des formes non littérales avec un paradigme informatisé. *L'Année psychologique*, *106*(4), 491-512.

Chaudenson, R. (2003). *La créolisation : Théorie, applications, implications*. L'Harmattan.

Chun, M. M., Golomb, J. D., & Turk-Browne, N. B. (2011). A taxonomy of external and internal attention. *Annual Review of Psychology, 62*, 73-101. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100427.

Chung-Fat-Yim, A., Hayakawa, S., & Marian, V. (2023). Multilinguisme et contrôle cognitif dans le cerveau. In J. Cabrelli, A. Chaouch-Orozco, J. González Alonso, S. M. Pereira Soares, E. Puig-Mayenco, & J. Rothman (Eds.), *The Cambridge handbook of third language acquisition* (pp. 519-554). Cambridge University Press.

Clément, É. (2009). *Résolution de problème et adaptation en psychologie* (pp. 208-225). A. Colin. ISBN 9782200355135.

Cohen, N. J., & Squire, L. R. (1980). *Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that*. Science, 210(4466), 207-210.

Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2005). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 27*(3), 321-340. https://doi.org/10.1080/13803390490515477.

Collette, F., & Salmon, E. (2014). Les modifications du fonctionnement exécutif dans le vieillissement normal. *Psychologie française*, *59*(1), 41-58.

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(3), 201-215. https://doi.org/10.1038/nrn755.

Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain* (Doctoral dissertation, McGill University).

Costa, A., Hernández, M., & Sebastián-Gallés, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task. Cognition, 106(1), 59-86.

Craik, F. I., Bialystok, E., & Freedman, M. (2010). Delaying the onset of Alzheimer disease: Bilingualism as a form of cognitive reserve. Neurology, 75(19), 1726-1729.

Chrystelle Beau. Du Calepin visuo-spatial aux traitements visuo-spatiaux de l'information. Résolution de l'épreuve de Corsi par des patients Alzheimer. Psychologie. Université de Provence - Aix-Marseille-I, 2011. Français. NNT: . tel-00645278

Corrigan NM, Yarnykh VL, Huber E, Zhao TC, Kuhl PK**.** La myélinisation cérébrale à 7 mois prédit le développement ultérieur du langage. *Neuroimage* . 263 : 119641. PMID 36170763 DOI : 10.1016/j.neuroimage.2022.119641

Cowan, N., Morey, C. C., AuBuchon, A. M., Zwilling, C. E., & Gilchrist, A. L. (2005). *How can memory span be improved if attentional capacity is limited?* Developmental Science, 8(2), 89–95. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00390.x

Cummins, J. (1986). Autonomiser les élèves issus de minorités : un cadre d'intervention. *Revue pédagogique de Harvard*, *56*(1), 18-37.

Cummins, J. (2000). *Language, power, and pedagogy: Bilingual children in the crossfire* (Vol. 23). Multilingual matters.

Cutler, A., Mehler, J., Norris, D., & Segui, J. (1992). The monolingual nature of speech segmentation by bilinguals. *Cognitive psychology*, *24*(3), 381-410.

Cutler, A., Mehler, J., Norris, D., et Segui, J. (1986). Le rôle différent de la syllabe dans la segmentation du français et de l'anglais. *Journal de la mémoire et du langage*, *25*(4), 385-400.

Dans Le cerveau en action (1997), pages 159 à 184

Coulter, K., & Phillips, N. (2024). Bilinguals show evidence of brain maintenance in Alzheimer's disease. *Bilingualism: Language and Cognition*.

Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 19 (4), 450-466. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6

Dawe, L. (1983). Bilinguisme et raisonnement mathématique en anglais langue seconde. *Études pédagogiques en mathématiques*, *14*(4), 325-353.

De Boysson-Bardies, B. (1996). *Comment la parole vient aux enfants*. Odile Jacob.

Defamie, A., & Balsen Pantic, J. (2014). *Théorie de l'Esprit et bilinguisme : Avantage des bilingues dans les tâches affectives et cognitives ?* [Mémoire de recherche, Université Pierre et Marie Curie]. DUMAS.

De Groot, A. M., et Van Hell, J. G. (2005). L'apprentissage du vocabulaire des langues étrangères. *Manuel de bilinguisme : Approches psycholinguistiques*, 9-29.

De Bot, K., Lowie, W., & Verspoor, M. (2007). Second language acquisition : An advanced resource book. Routledge.

Descartes, R., & Gröber, G. (1905). *Discours de la méthode: 1637*. Bonita Springs, FL, USA: Heitz.

Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., Dubois, J., Mériaux, S., Roche, A., Sigman, M., & Dehaene, S. (2006). Organisation fonctionnelle de l'activation périsylvienne lors de la présentation de phrases chez les nourrissons préverbaux. *Actes de l'Académie nationale des sciences*, *103*(38), 14240-14245.

Dell'Armi, M. (2015). L'impact du bilinguisme sur les capacités inhibitrices des enfants : une étude-pilote. *Enfance*, *2*(2), 245-259.

Decety, J. et Holvoet, C. (2021) . Le développement de l'empathie chez le jeune enfant. *L'Année psychologique,* Vol. 121(3), 239-273. https://doi.org/10.3917/anpsy1.213.0239.

Dekeyser, G. N., Dewaele, J. M., & De Leersnyder, J. (2024). Do bilinguals have an emotional advantage? An exploratory study on the interplay of language, culture and emotion. *Language, Culture and Curriculum*, 1-17.

De Martino, B., Kumaran, D., Seymour, B., & Dolan, R. J. (2006). Frames, biases, and rational decision-making in the human brain. *science*, *313*(5787), 684687.

Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience, 18*(1), 193-222. https://doi.org/10.1146/annurev.ne.18.030195.001205.

Diamond, A. (2013). Executive functions. Annual Review of Psychology, 64, 135-168.

Dörnyei, Z. (2001). *Motivational strategies in the language classroom* (Vol. 10). Cambridge : Cambridge University Press.

Dronkers, N. F. (1996). Une nouvelle région du cerveau pour coordonner l'articulation de la parole. *Nature*, *384*(6605), 159-161.

Doucerain, M. M., et al. (2013). Identity negotiation in acculturation: The role of heritage and mainstream cultural identification in Canadian immigrant youth. Journal of Cross-Cultural Psychology, 44(6), 971–990.

Duncan, J., Humphreys, G. W., & Ward, R. (1997). Competitive brain activity in visual attention. *Current Opinion in Neurobiology, 7*(2), 255-261. https://doi.org/10.1016/S09594388(97)80016-2.

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.

Enquêtes Pratiques culturelles en France métropolitaine (2018) et dans les territoires ultramarins (2019-2020) / DEPS, ministère de la Culture, 2022. Langues et usages des langues en France. Examen de la relation entre le bilinguisme et la mémoire de travail.

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143-149. https://doi.org/10.3758/BF03203267.

Extra, G., et Gorter, D. (2008). La constellation des langues en Europe : une approche inclusive. *L'Europe multilingue : faits et politiques*, *2008*, 3-60.

Farrell Pagulayan, K., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A. et Krikorian, R. (2006). Données normatives de développement pour la tâche de tapotement de bloc Corsi. *Journal de neuropsychologie clinique et expérimentale*, *28*(6), 1043-1052.

Felix, S. W. (1985). Plus de preuves sur les systèmes cognitifs concurrents. *Bulletin d'études interlangues (Utrecht*), 1(*1*), 47-72.

Fernald, A., Taeschner, T., Dunn, J., Papousek, M., de Boysson-Bardies, B., et Fukui, I. (1989). Une étude interlinguistique des modifications prosodiques dans le discours des mères et des pères aux nourrissons préverbaux. *Journal du langage de l'enfant*, *16*(3), 477-501.

Ferrer, L. R. (1978). *La relation entre le degré de bilinguisme et les mesures de la conceptualisation de l'espace et de la mémorisation verbale* (Thèse de doctorat, Université Lehigh). Université Lehigh.Fishman, J. A. (1965). "Who speaks what language to whom and when?" in J. A. Fishman (Ed.), Readings in the sociology of language (pp. 70-85). The Hague, Netherlands: Mouton.

Fishman, J. A., Extra, G. et Gorter, D. (éd.). (2008). *L'Europe multilingue : faits et politiques*. Mouton de Gruyter.

Fitouri, C., & Roller, S. (1983). *Biculturalisme, bilinguisme et éducation*. Paris/Neuchatel: Delachaux & Niestlé.

Fitouri, R. (1983). *Le bilinguisme et le biculturalisme : Perspectives éducatives*. Éditions La Pensée Universelle.

Flege, J. E. et Fletcher, K. L. (1992). Effets du locuteur et de l'auditeur sur le degré d'accent étranger perçu. *Le Journal de la Société d'acoustique d'Amérique*, *91*(1), 370-389.

Florin, A. (2010). Le développement du lexique et l'aide aux apprentissages. *Enfances &*

Psy, 47, 30-41. https://doi.org/10.3917/ep.047.0030

Fodor, J. A. (1983). *La modularité de l'esprit*. Presse du MIT.

Fortis, J. M. (2007). Le langage est-il un instinct ? Sur le nativisme de Pinker. *Histoire Épistémologie Langage*, *29*(2), 177-213.

Fraisse, P. (1967). Paris : Presses Universitaires de France. *Psychologie du temps*.

Fraisse, P. (1974). *Psychologie du rythme*. FeniXX.

Fraisse, P. (1983). Le futur dans les perspectives temporelles. *International Journal of Psychology*, *18*(1-4), 489-495.

Friederici, A. D. (2011). La base cérébrale du traitement du langage : de la structure à la fonction. *Physiological reviews*, *91*(4), 1357-1392.

Friederici, A. D. (2011). The brain basis of language processing: From structure to function. *Physiological Reviews, 91*(4), 1357-1392. https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2011

Friederici, A. D. (2020). Le traitement hiérarchique en neurobiologie humaine : quelle est sa spécificité ? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *375(1789*), 20180391.

Friederici, A. D. et Gierhan, S. M. (2013). Le réseau linguistique. *Current opinion in neurobiology*, *23*(2), 250-254.

Gal, S. (1989). Langue et économie politique. *Revue annuelle d'anthropologie*, *18*(1), 345-

367.

Gallo, F., & Abutalebi, J. (2024). The unique role of bilingualism among cognitive reserve-enhancing factors. *Bilingualism: Language and Cognition*, *27*(2), 287–294. doi:10.1017/S1366728923000317

García, O., Wei, L., García, O. et Wei, L. (2014). Langue, langue et bilinguisme. *Translanguaging : Langue, bilinguisme et éducation*, 5-18.

Gastmann, F., & Poarch, G. J. (2022). Bilingualism and cognitive development: A review.

Journal of Experimental Child Psychology, 221, 105443

Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of psychology of education*, *8*(3), 259-272.

Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Psychology Press.

Gathercole, S. E. (1999). Approches cognitives du développement de la mémoire à court terme. *Tendances en sciences cognitives*, *3*(11), 410-419.

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B. et Wearing, H. (2004). La structure de la mémoire de travail de 4 à 15 ans. *Psychologie du développement*, *40*(2), 177.

Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures* (Vol. 5043). Basic books.

Genesee, F., & Delcenserie, A. (2022). Les mythes entourant le bilinguisme chez les enfants. Dans É. Tardif & P. Doudin (Éds.), *Neurosciences et cognition : Perspectives pour les sciences de l'éducation* (pp. 103-134). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.doudi.2022.01.0103

Gerbier, É. & Koenig, O. (2015). Comment les intervalles temporels entre les répétitions d'une information en influencent-ils la mémorisation ? Revue théorique des effets de pratique distribuée. *L'Année psychologique*, 115, 435-462. https://doi.org/10.3917/anpsy.153.0435

Gaonac'h, D. & Fradet, A. (2003). Chapitre 3. La mémoire de travail : développement et implication dans les activités cognitives. Dans : Michèle Kail éd., *Les sciences cognitives et l'école* (pp. 91-150). Paris cedex 14 : Presses Universitaires de France. https://doiorg.accesdistant.bu.univ-paris8.fr/10.3917/puf.coll.2003.01.0091

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.

Goldstein, E. B. (2010). *Sensation and perception* (8th ed.). Cengage Learning.

Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Cauley, K. M., & Gordon, L. (1987). The eyes have it: Lexical and syntactic comprehension in a new paradigm. *Journal of child language*, *14*(1), 23-45.

Golinkoff, R. M., Jacquet, R. C., Hirsh-Pasek, K. et Nandakumar, R. (1996). Des principes lexicaux peuvent sous-tendre l'apprentissage des verbes. *Développement de l'enfant*, *67*(6), 31013119.

Gollan, T. H., Montoya, R. I., Fennema-Notestine, C., & Morris, S. K. (2005). Bilingualism affects picture naming but not picture classification. Memory & Cognition, 33 (7), 1220-1234.

Gollan, T. H., Montoya, R. I., Cera, C. M., & Sandoval, T. C. (2008). More than just the bilingual advantage: The role of language dominance in the effects of bilingualism on verbal memory. Journal of Memory and Language, 58(1), 43-59.
https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.06.003

Gollan, T. H., Montoya, R. I., & Werner, G. A. (2008). Semantic and letter fluency in Spanish English bilinguals. Neuropsychology, 22 (4), 470-479.

Güth, W., Schmittberger, R. et Schwarze, B. (1982). Une analyse expérimentale de la négociation par ultimatum. *Journal du comportement économique et de l'organisation*, *3*(4), 367388.

Grundy, J. G., & Timmer, K. (2017). Bilingualism and working memory capacity: A comprehensive meta-analysis. *Second Language Research*, *33*(3), 325-340.

Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. Journal of Cognitive Psychology, 25(5), 515-530. IV. Bilinguisme et Fonctions Exécutives

Grosjean, F. (2008). *Étudier les bilingues*. Linguistique d'Oxford.

Grosjean, F. (2008). *Étudier les bilingues*. Oxford University Press.

Grosjean, F. (2010). *Bilingual: Life and reality*. Harvard University Press.

Gumperz, J. J. (1971). Language in Social Groups. Stanford, CA: Stanford University Press.

Gumperz, J. J. (1982). "Discourse Strategies." Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Hachmann, W. M., Cashdollar, N., Postiglione, F., & Job, R. (2020). The relationship of domain-general serial order memory and reading ability in school children with and without dyslexia. *Journal of experimental child psychology*, *193*, 104789.

Hamers Josiane F. Un modèle socio-psychologique du développement bilingue. In : Langage et société, n°43, 1988. Conférences plénières du colloque de Nice : Contacts de langues : quels modèles. pp. 91-102 ; doi : https://doi.org/10.3406/lsoc.1988.3003 https://www.persee.fr/doc/lsoc_0181-4095_1988_num_43_1_3003

Hamers, J. F. (1988). Un modèle socio-psychologique du développement bilingue. *Langage & société*, *43*(1), 91-102.

Hamers, J. F. (1990). Le développement langagier de l'enfant bilingue. *Collection IDERIC*, *11*(1), 1-34.

Hamers, J. F., & Blanc, M. (1983). *Bilingualité et bilinguisme*. Bruxelles : P. Mardaga.

Hamers, J. F., & Blanc, M. (2000). *Bilinguality and bilingualism*. Cambridge University Press.

Hamers, J. (2005). Le rôle de la L1 dans les acquisitions ultérieures. *Du plurilinguisme à l'école*, 271-292.

Henry, L. (2011). Le développement de la mémoire de travail chez les enfants.

Hesling, I. (2000). *Le rôle de l'hémisphère cérébral droit dans la production et la perception de la parole : études physico-acoustiques_ investigations neurolinguistiques_ propositions pour un rééquilibrage de l'activité cérébrale* (Doctoral dissertation, Toulouse 2).

Hickok G, Poeppel D. The cortical organization of speech processing. Nat Rev Neurosci. 2007 May;8(5):393-402. doi: 10.1038/nrn2113. Epub 2007 Apr 13. PMID: 17431404. https://www.researchgate.net/publication/237726241_TEMPORALITE_BILINGUISME_ET_SCOLARISATION_UNE_ETUDE_INTERCULTURELLE_COMPARATIVE_FRANCEMAROC

Hilchey, M. D. et Klein, R. M. (2011). Y a-t-il des avantages bilingues pour les tâches d'interférence non linguistique ? Implications pour la plasticité des processus de contrôle exécutif. *Bulletin et revue psychonomiques*, *18*, 625-658.

Hirsh-Pasek, K., et Golinkoff, R. M. (1996). Le paradigme de l'intermodalité préférentielle : une fenêtre sur la compréhension émergente des langues.

Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233-253. https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1998.tb00921.x

Huteau, M., & Lautrey, J. (2003). Chapitre VI. Les tests factoriels. *Psychologie et sciences de la pensée*, 141-164.

Hymes, D. H. (1960). Lexicostatistics so far. *Current anthropology*, *1*(1), 3-44.

Hymes, D. (1962). The ethnography of speaking', in t. gladwin and wc sturtevant (eds), anthropology and human behavior. Washington, dc: Anthropological society of washington.

Hymes, D. (1964). Introduction : vers des ethnographies de la communication 1. *Anthropologue américain*, *66*(6_PART2), 1-34.

Infobae. (2022). *Une nouvelle étude révèle que l'apprentissage d'une langue est la meilleure gymnastique cérébrale pour prévenir la maladie d'Alzheimer.* Infobae. https://www.infobae.com/fr/2022/04/20/une-nouvelle-etude-revele-que-lapprentissage-dunelangue-est-la-meilleure-gymnastique-cerebrale-pour-prevenir-la-maladie-dalzheimer/

Ivanova, I., & Costa, A. (2008). Does bilingualism hamper lexical access in speech production?. *Acta psychologica*, *127*(2), 277-288.

Jacob André. Pierre Bourdieu, *Ce que parler veut dire : L'économie des échanges linguistiques*, Éd. Fayard, 1982. In: *L'Homme et la société*, N. 65-66, 1982. Socialisme réel et marxisme. Culture de masse et société de consommation. pp. 197-198.

Jacobs, J. (1887). Expériences sur la « préhension ». *Esprit*, (45), 75-79.

Jakobson, R., et Boas, F. (1944). L'approche du langage de Franz Boas. *Journal international de linguistique américaine*, *10*(4), 188-195.

Javier, R. A. (1989). Considérations linguistiques dans le traitement des bilingues. *Psychologie psychanalytique*, *6*(1), 87.

Jean-François Démonet

Jenkins, J. G., & Dallenbach, K. M. (1924). Obliviscence during sleep and waking. *American Journal of Psychology, 35*(4), 605-612.

Jones, D., Farrand, P., Stuart, G. et Morris, N. (1995). Équivalence fonctionnelle de l'information verbale et spatiale dans la mémoire sérielle à court terme. *Journal de psychologie expérimentale : apprentissage, mémoire et cognition*, *21*(4), 1008.

Johnson, J. S., & Newport, E. L. (1989). Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive psychology*, *21*(1), 60-99.

Joseph, J. E. (1996). The immediate sources of the 'Sapir-Whorf hypothesis'. *Historiographia linguistica*, *23*(3), 365-404.

Juillard, C. (2021). Plurilinguisme. *Langage et société*, , 267-273. https://doi.org/10.3917/ls.hs01.0268

Jusczyk, P. W. et Aslin, R. N. (1995). Détection par les nourrissons des modèles sonores des mots dans un discours fluide. *Psychologie cognitive*, *29*(1), 1-23.

Kail, M. (2022). *L'acquisition de plusieurs langues*. Que sais-je.

Kertesz, A. (2007). *Western Aphasia Battery-Revised*. Pearson Education.

Kessels, R. P., van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: standardization and normative data. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 252–258.

Kintsch, W. (1974). The Representation of Meaning in Memory. Lawrence Erlbaum Associates.

Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. Psychological Review, 85(5), 363-394.

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A constructionintegration model. Psychological Review, 95(2), 163-182.

Kintsch, W. (1998). Comprehension: A paradigm for cognition. Cambridge University Press.

Kintsch, W. (2000). Compréhension des métaphores : une théorie computationnelle. *Bulletin et revue psychonomique*, *7*(2), 257-266.

Kintsch, W. (2005). An overview of top-down and bottom-up effects in comprehension: The CI perspective. Discourse Processes, 39(2-3), 125-128.

Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352-358.

Kong, X., Zhu, L., Luo, G., & Zhang, X. (2021). The genetic basis of language development: a systematic review. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 125, 307-320.

Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2007). *NEPSY-II: A developmental neuropsychological assessment*. The Psychological Corporation.

Kovács, Á. M. (2009). Early bilingualism enhances mechanisms of false-belief reasoning. Developmental Science, 12(1), 48-54. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00757.x

Kuhl, P. K., & Rivera-Gaxiola, M. (2008). Neural substrates of language acquisition. Annual Review of Neuroscience, 31, 511-534. doi:10.1146/annurev.neuro.30.051606.094321

Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F., Stevens, K. N., & Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, *255*(5044), 606-608. Kuhl. (2022) Brain myelination at 7 months of age predicts later language development. *Institute for Learning & Brain Sciences, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA b Department of Speech and Hearing Sciences, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA c Department of Radiology, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA*

Kuo, L. J., Uchikoshi, Y., Kim, T. J., & Yang, X. (2016). Bilingualism and Phonological Awareness: Re-examining Theories of Cross-Language Transfer and Structural Sensitivity. *Contemporary educational psychology*, *46*, 1–9. Kuo, L. J.,

Kroll, J. F., & Bialystok, E. (2013). Understanding the consequences of bilingualism for language processing and cognition. Journal of Cognitive Psychology, 25(5), 497-514.

Labov, W., Encrevé, P., & Kihm, A. (1976). Sociolinguistique. *(No Title)*.

Lammel, A. (1997). Chapitre 6. Mots, catégories conceptuelles, processus de catégorisation. Dans : Danièle Dubois éd., *Catégorisation et cognition : de la perception au discours* (pp.129-145).Paris:ÉditionsKimé. https://doi.org/10.3917/kime.duboi.1997.01.0129

Lammel, A. (1997). Fonctionnements cognitifs et connaissances culturelles. *Journal des anthropologues*, *70*(1), 113-124.

Laparra, M. (1990). Questions sur le bilinguisme des enfants issus de l'immigration. *Diversité*, *83*(1), 40-53.

Léglise, I. (2018). Pratiques langagières plurilingues et frontières de langues. *Dessiner les frontières*, 143-169.

Léglise, I. (2018). Pratiques langagières plurilingues et frontières de langues. *Dessiner les frontières*, 143-169.

Lehtonen, M., Soveri, A., Laine, A., Järvenpää, J., De Bruin, A., et Antfolk, J. (2018). Le bilinguisme est-il associé à une amélioration des fonctions exécutives chez les adultes ? Une métaanalyse revue. *Bulletin psychologique*, *144*(4), 394.

Le Ny, F., & Jouvent, R. (Eds.). (2018). *Dictionnaire de la psychologie*. Larousse.

Lenneberg, E. H. (1967). Les fondements biologiques du langage. *Pratique hospitalière*, *2*(12), 59-67.

Levinson, S.C. (2019) « Language and culture », Cambridge University Press ; Gumperz, J.J. (2019) Multilingualism and Social Identity, Cambridge University Press).

Li, P., Legault, J., & Litcofsky, K. A. (2014). Neuroplasticity as a function of second language learning: A multimodal meta-analysis. Frontiers in Human Neuroscience, 8, 1-12. doi:10.3389/fnhum.2014.00374

Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295-327. https://doi.org/10.1037/0033295X.91.3.295

Luo, L., Luk, G., Bialystok, E. (2010). Effect of language proficiency and executive control on verbal fluency performance in bilinguals. Cognition 114: 29–41.

Ma Clinique. (2024). *Le bilinguisme lié à une plus grande résilience cérébrale chez les personnes âgées.* https://ma-clinique.fr/le-bilinguisme-lie-a-une-plus-grande-resilience-cerebrale-chez-lespersonnes-agees

Marcos, H. (1997). De la communication prélinguistique au langage: formes et fonctions. *De la communication prélinguistique au langage*, 1-174.

M. Busch, R., Farrell, K., Lisdahl-Medina, K. et Krikorian, R. (2005). Performance de la tâche de tapotement de bloc Corsi en fonction de la configuration du chemin. *Journal de neuropsychologie clinique et expérimentale*, *27*(1), 127-134.

McLean, J. F. et Hitch, G. J. (1999). Troubles de la mé

Abdelgafar, G. M., & Moawad, R. A. (2015). Executive function differences between bilingual Arabic–English and monolingual Arabic chmoire de travail chez les enfants présentant des difficultés spécifiques d'apprentissage arithmétique. *Journal de psychologie expérimentale de l'enfant*, *74*(3), 240-260.

Martin-Rhee, M. M., & Bialystok, E. (2008). The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children. Bilingualism: Language and Cognition, 11 (1), 8193.

Masquelier, B., & Siran, C. (2000). Anthropologie de l'interlocution. L'Homme, 154(154155), 361-371.

Matsumoto, D. (Ed.). (2009). *Cambridge dictionary of psychology*. Cambridge University Press.

Mbengone Ekouma, C. (2006). *Rôle des facteurs de variabilité culturelle et linguistique dans la compréhension et le rappel de textes en langue seconde: vers une didactique cognitive des aides à la compréhension en milieu diglossique* (Doctoral dissertation, Paris 8).

Mesulam, M. M. (1998). From sensation to cognition. *Brain, 121*(6), 1013-1052. https://doi.org/10.1093/brain/121.6.1013

Merriam-Webster. (2020). Merriam-Webster Medical Dictionary. Springfield, MA: Merriam-Webster, Inc. https://www.merriam-webster.com/medical/

Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review, 2*(2), 109-145. https://doi.org/10.1007/BF01109051

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Moon, C., Cooper, R. P., et Fifer, W. P. (1993). Les enfants de deux jours préfèrent leur langue maternelle. *Comportement et développement du nourrisson*, *16*(4), 495-500.

Morales, J., Calvo, A., & Bialystok, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*(2), 187-202.

Moschkovich, J. (2007). Examiner les pratiques discursives mathématiques. *Pour l'apprentissage des mathématiques*, *27*(1), 24-30.

Moschkovich, J. (2007). Utiliser deux langues lors de l'apprentissage des mathématiques. *Études pédagogiques en mathématiques*, *64*(2), 121-144.

Moschkovich, J. N. (2007). Au-delà des mots vers le contenu mathématique : évaluer les apprenants d'anglais dans la classe de mathématiques. *Évaluation des compétences mathématiques*, *53*, 345-352.

Moschkovich, J. N. (2008). « J'y suis allé par deux, il est allé par un » : Interprétations multiples des inscriptions comme ressources pour les discussions mathématiques. *Le Journal des sciences de l'apprentissage*, *17*(4), 551-587.

Mousty, P., Leybaert, J., Alegria, J., Content, A., & Morais, J. (1994). *Batterie d'évaluation de la lecture et de l'écriture (BELEC)*. Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.

Neva M. Corrigana, Vasily L. Yarnykhc , Elizabeth Huber, T. Christina Zhaoa,b , Patricia K. Oller, D. K. et Eilers, R. E. (1988). Le rôle de l'audition dans le babillage infantile. *Développement de l'enfant*, 441-449.

Newell, A. (1972). Human problem solving. Upper Saddle River/Prentive Hall.

Newport, E. L. (1990). Contraintes maturationnelles sur l'apprentissage des langues. *Sciences cognitives*, *14*(1), 11-28.

Nichols, E. S., Wild, C. J., Stojanoski, B., Battista, M. E. et Owen, A. M. (2020). Le bilinguisme n'offre aucun avantage cognitif général : une étude de population sur les fonctions exécutives chez 11 000 personnes. *Science psychologique*, *31*(5), 548-567.

NM Corrigan, VL Yarnykh, E Huber, TC Zhao, PK Kuhl - Neuroimage, 2022 - Elsevier

Ojemann, G. A., et Whitaker, H. A. (1978). Le cerveau bilingue. *Archives de neurologie*, *35*(7), 409-412.

Open Journal of Modern Linguistics**,** Vol.11 No.2, Mars 24, 2021

Orsini, A., Schiappa, O., & Grossi, D. (1981). Sex and cultural differences in children's spatial and verbal memory span. *Perceptual and Motor skills*, *53*(1), 39-42.

Oxford Reference. (2021). Oxford University Press. https://www.oxfordreference.com/

Pallier, C., Bosch, L., et Sebastián-Gallés, N. (1997). Une limite à la plasticité comportementale dans la perception de la parole. *Cognition*, *64*(3), B9-B17.

Palmer, S. E. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. MIT Press.

Park, J., Weismer, E. S. & Kaushanskaya, M. (2018). Changes in executive function over time in bilingual and monolingual school-aged children. *Developmental Psychology*, *54*(10), 18421853.

Parot, F., & Richelle, M. (Eds.). (2022). *Dictionnaire de psychologie*. Presses Universitaires de France.

Partanen, E., Kujala, T., Tervaniemi, M. et Huotilainen, M. (2013). L'exposition prénatale à la musique induit des effets neuronaux à long terme. *PloS one*, *8*(10), e78946.

Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin, 116*(2), 220-244. https://doi.org/10.1037/0033-2909.116.2.220

Pascual-Leone, J., Goodman, D., Ammon, P., et Subelman, I. (1978). La théorie piagétienne et l'analyse néo-piagétienne comme guides psychologiques dans l'éducation. *Connaissance et développement : Volume 2 Piaget et l'éducation*, 243-289.

Paap, K. R., & Greenberg, Z. I. (2013). There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing. Cognitive Psychology, 66(2), 232-258. https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2012.12.002

Peal, E. et Lambert, WE (1962). La relation du bilinguisme à l'intelligence. *Monographies psychologiques : générales et appliquées, 76* (27), 1–23.

Perriard, B. (2015). L'effet du bilinguisme sur la mémoire de travail.

Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience, 35*, 73-89. https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111150525

Pliatsikas, C. (2019). Understanding structural plasticity in the bilingual brain: The Dynamic Restructuring Model. Bilingualism: Language and Cognition, 23, 459-471. doi:10.1017/S136672891900013.

Pliatsikas, C., DeLuca, V., Soares, S. P., Voits, T., & Rothman, J. (2020). Long-term cognitively challenging experiences modulate metabolite concentrations in the healthy brain: the case of bilingualism.

Pi, Y. (1967). The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain. *Regional development of the brain in early life*.

Poarch, G. J., & Krott, A. (2022). Bilingualism and cognitive development in childhood. *Annual Review of Linguistics, 8*, 119-140. https://doi.org/10.1146/annurev-linguistics-043021014051

Pons, F., & Harris, P. L. (2019). *Test of emotion comprehension*. Francfort Communication & Partenaires.

Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience, 13*(1), 25-42. https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325

Prior, A., et MacWhinney, B. (2010). Un avantage bilingue dans le changement de tâche. *Bilinguisme : langage et cognition*, *13*(2), 253-262.

Rabbitt, P. (1997). Methodology of frontal and executive function. *Psychology Press*.

Radford, L., Demers, S., Guzmán, J., et Cerulli, M. (2003). Les calculatrices, les graphiques, les gestes et la production de sens. *Groupe international de psychologie de l'enseignement des mathématiques*, *4*, 55-62.

Rauschecker JP. Where did language come from? Precursor mechanisms in nonhuman primates. Curr Opin Behav Sci. 2018 Jun;21:195-204. doi: 10.1016/j.cobeha.2018.06.003. Epub 2018 Jul 2. PMID: 30778394; PMCID: PMC6377164.

Regard, M., Strauss, E., & Knapp, P. (1982). Children's production on verbal and non-verbal fluency tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 55(3), 839-844. https://doi.org/10.2466/pms.1982.55.3.839

Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills, 8*(3), 271-276. https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271

Ribaupierre, A. D. (2007). Modèles néo-piagétiens du développement cognitif et perspective psychométrique de l'intelligence: y a-t-il convergence?. *L'Année psychologique*, *107*(2), 257-302.

Richards, J., & Rodgers, T. (2001). Approaches and Methods in Language Teaching (p. 204). New York: Cambridge University Press. http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511667305.02

Rilling, J. K., Sanfey, A. G., Aronson, J. A., Nystrom, L. E. et Cohen, J. D. (2004). Les corrélats neuronaux de la théorie de l'esprit dans les interactions interpersonnelles. *Neuroimage*, *22*(4), 1694-1703.

Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., & Yiend, J. (1997). 'Oops!': Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal

subjects. *Neuropsychologia, 35*(6), 747-758. https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00015-8
Rousseau, J. J. (2009). Essai sur l'origine des langues.

Rowe, G., Hasher, L. et Turcotte, J. (2008). Différences d'âge dans la mémoire de travail visuospatiale. *Psychologie et vieillissement*, *23*(1), 79.

Saffran, J. R., Aslin, R. N. et Newport, E. L. (1996). Apprentissage statistique par les nourrissons de 8 mois. *Science*, *274*(5294), 1926-1928.

Saffran, J. R., Newport, E. L. et Aslin, R. N. (1996). Segmentation des mots : le rôle des indices de distribution. *Journal de la mémoire et du langage*, *35*(4), 606-621.

Saer, D. J. (1923). The effect of bilingualism on intelligence. *British Journal of Psychology: General Section*, *14*, 25-38.

Saggino, A., Balsamo, M., Grieco, A., Cerbone, M. R. et Raviele, N. N. (2004). Tâche de Corsi : Standardisation et localisation dans l'espace factoriel avec le WAIS-R pour deux échantillons normaux de personnes âgées. *Compétences perceptuelles et motrices*, *98*(3), 840-848.

Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science*, *300*(5626), 1755-1758.

Sapir, E. (2004). *Language: An introduction to the study of speech*. Courier Corporation.

Sapir, E. (2016). The Status of Linguistics as a Science.

Sapir, E. (2023). *Sélection d'écrits d'Edward Sapir sur la langue, la culture et la personnalité*. Presses de l'Université de Californie.

Schachter, J. (1988). L'acquisition d'une langue seconde et sa relation avec la grammaire universelle. *Linguistique appliquée*, *9*(3), 219-235.

Schoultz, J., Säljö, R. et Wyndhamn, J. (2001). Discours céleste : discours, artefacts et compréhension de l'astronomie élémentaire par les enfants. *Développement humain*, *44*(2-3), 103118.

Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndham, J. (2001). *Heaven and hell: The relationship between conceptual change and the spatial organization of cognitive material*. Learning and Instruction,
11(3), 233-254. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00035-X

Scott, S. K. (2019). From speech and talkers to the social world: The neural processing of human spoken language. *Science*, *366*(6461), 58-62.

Searleman, A. (1977). Un examen des capacités linguistiques de l'hémisphère droit. *Bulletin de psychologie*, *84*(3), 503.

Seidl, A., Onishi, K. H. et Cristia, A. (2014). La variation du locuteur facilite l'apprentissage phonotactique des jeunes nourrissons. *Apprentissage et développement des langues*, *10*(4), 297-307.

Semel, E., Wiig, E. H., & Secord, W. A. (2003). *Clinical Evaluation of Language Fundamentals – Fourth Edition (CELF-4)*. The Psychological Corporation.

Serences, J. T., & Yantis, S. (2006). Selective visual attention and perceptual coherence. *Trends in Cognitive Sciences, 10*(1), 38-45. https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.11.008

Seron, X., et Van der Linden, M. (2000). *Traité de neuropsychologie clinique. Tome 1*. Solal, Marseille, France.

Slaughter, V. et McConnell, D. (2003). Émergence de l'attention conjointe: relations entre le suivi du regard, le référencement social, l'imitation et le nom dans la petite enfance. *The Journal of genetic psychology*, *164*(1), 54-71.

Smyth, M. M. et Scholey, K. A. (1992). Déterminer l'étendue spatiale : le rôle du temps de mouvement et du taux d'articulation. *Le Journal trimestriel de psychologie expérimentale Section A*, *45*(3), 479-501.

Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia*. Blackwell Publishing.

Société Québécoise pour la Recherche en Psychologie. (2024, 21 mars). *Recherche de participant·e·s : Étude sur la prise de décisions morales chez les enfants bilingues*. SQRP. https://www.sqrp.ca/2024/03/21/recherche-de-participant%C2%B7e%C2%B7s-etude-sur-laprise-de-decisions-morales-chez-les-enfants-bilingues/

Squire, L. R., & Zola-Morgan, S. (1991). *The medial temporal lobe memory system*. Science, 253(5026), 1380-1386.

Squire, L. R. (2004). Systèmes de mémoire du cerveau : un bref historique et une perspective actuelle. *Neurobiologie de l'apprentissage et de la mémoire*, *82*(3), 171-177.

Squire, L. R. (2004). *Memory systems of the brain: A brief history and current perspective*. Neurobiology of Learning and Memory, 82(3), 171-177. ResearchGate+4Semantic Scholar+4whoville.ucsd.edu+4

Strauss, E., Spreen, O. et Hunter, M. (2000). Implications des révisions des tests pour la recherche. *Évaluation psychologique*, *12*(3), 237.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662.

Stroop, J. R. (1935). Études de l'interférence dans les réactions verbales en série. *Journal de psychologie expérimentale*, *18*(6), 643.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662. https://doi.org/10.1037/h0054651

Terman, L. M., & Merrill, M. A. (1937). Measuring intelligence: A guide to the administration of the new revised Stanford-Binet tests of intelligence.

Titone Renzo. Bilinguisme précoce et développement de la personnalité chez l'enfant bilingue. Première données d'une recherche. In: Bulletin de psychologie, tome 34 n°351, 1981. Groupe d'études du langage II, Université de Strasbourg. pp. 697-703; doi : https://doi.org/10.3406/bupsy.1981.11882; https://www.persee.fr/doc/bupsy_00074403_1981_num_34_351_11882;

Titone, R. (1974). Le bilinguisme précoce (traduit par Dessart, C.), Bruxelle : Roma.

TOMASELLO, M. (2003). *Construire une langue: une théorie de l'acquisition du langage basée sur l'usage*. Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctv26070v8

Troadec, B. (2006). Intelligence et cultures : quelle est la forme de la Terre ?. *Le Journal des psychologues*, 234, 34-37. https://doi.org/10.3917/jdp.234.0034

Troadec, B. (2006). La relation entre culture et développement cognitif : une introduction. *Enfance*, 58, 108-117. https://doi.org/10.3917/enf.582.0108

Troyer, A. K., Moscovitch, M., & Winocur, G. (1997). Clustering and switching as two components of verbal fluency: Evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology*, 11(1), 138–146.

Troyer, A. K., Moscovitch, M. et Winocur, G. (1997). Le regroupement et l'échange comme deux composantes de la fluidité verbale : preuves d'adultes en bonne santé plus jeunes et plus âgés. *neuropsychologie*, *11*(1), 138.

Tversky, A., et Kahneman, D. (1981). Le cadrage des décisions et la psychologie du choix. *Science*, *211*(4481), 453-458.

Uchikoshi, Y., Kim, T. J., & Yang, X. (2016). Bilingualism and Phonological Awareness: Re-examining Theories of Cross-Language Transfer and Structural Sensitivity. *Contemporary educational psychology*, *46*, 1–9.

Université Concordia. (2024). *Le bilinguisme pourrait assurer une protection continue contre la maladie d'Alzheimer, selon une nouvelle étude de l'Université Concordia.* Concordia

Actualités. https://www.concordia.ca/fr/actualites/nouvelles/2024/10/22/le-bilinguisme-pourraitassurer-une-protection-continue-contre-la-maladie-dalzheimer.html

Université d'Ottawa. (2024). *Explorer les effets positifs du bilinguisme sur le cerveau.* Université d'Ottawa. https://www.uottawa.ca/fr/toutes-nouvelles/explorer-effets-positifs-bilinguisme-cerveau

VandenBos, G. R. (Ed.). (2015). *APA dictionary of psychology* (2nd ed.). American Psychological Association.

Vander Linden, M., Bredart, S., & Beerten, A. (2000). Les fonctions exécutives et la mémoire de travail. *Revue de neuropsychologie*, 10(3), 253-277.

Vildomec, V. (1963). Multilingualism. *(No Title)*.

Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language* (A. Kozulin, Trans.). MIT Press. (Original work published 1934).

Ware, A. T., Kirkovski, M. et Lum, J. A. (2020). La méta-analyse révèle un avantage bilingue qui dépend de la tâche et de l'âge. *Frontières en psychologie*, *11*, 1458.

Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1992). *The development of achievement task values: A theoretical analysis*. Developmental Review, 12(3), 265-310. https://doi.org/10.1016/02732297(92)90011-P

Weikum, W. M., Vouloumanos, A., Navarra, J., Soto-Faraco, S., Sebastián-Gallés, N., & Werker, J. F. (2007). Discrimination du langage visuel dans la petite enfance. *Science*, *316*(5828), 1159-1159.

Weinreich, U. (1953). Languages in contact: Findings and problems. The Hague, Netherlands: Mouton & Co.

Wilczewska, I. T. (2023). Exploring the three-dimensional processual model of acculturation (TDPOM) and its implications for bilingual subjects. Journal of Multicultural Psychology, 25(2), 301-318.

Witelson, S. F., et Pallie, W. (1973). Spécialisation de l'hémisphère gauche pour le langage chez le nouveau-né : preuves neuroanatomiques d'asymétrie. *Cerveau*, *96*(3), 641-646. www.persee.fr/doc/homso_0018-4306_1982_num_65_1_2099

Whorf, B. L. (2001). *La relation entre la pensée et le comportement habituels et le langage*. Na.

Whorf, B. L. (2012). *Language, thought, and reality: Selected writings of Benjamin Lee Whorf*. MIT press.

Woumans, E., & Duyck, W. (2015). The bilingual advantage debate: Moving toward different methods for verifying its existence. *Cortex*, *73*, 356-357.

World Medical Association. (2013). *Déclaration d'Helsinki de l'AMM - Principes éthiques applicables à la recherche médicale impliquant des êtres humains*. Adoptée lors de la 64e Assemblée Générale de l'AMM, Fortaleza, Brésil, octobre 2013.

Vosniadou, S. (1994). 16 Propriétés universelles et spécifiques à la culture des modèles mentaux de la terre des enfants. *Cartographier l'esprit : spécificité du domaine dans la cognition et la culture*, 412-428.

Yip, V., & Matthews, S. (1995). I-interlanguage and typology: The case of topicprominence. *The current state of interlanguage*, 17-30.

Zatorre, R. J., Belin, P. et Penhune, V. B. (2002). Structure et fonction du cortex auditif: musique et parole. *Trends in cognitive sciences*, *6*(1), 37-46.

Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354-360. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x

ANNEXES

Annexe 1 : Demande d'autorisation de recherche

Louise Goyet
Maître de Conférences
UFR de Psychologie
Université Paris 8 -Vincennes - Saint-Denis
Laboratoire Dysco - Numéro d'identifiant national : 202023121Z
2 Rue de la Liberté
93526 Saint-Denis Cedex 02
Bureau A364
E-mail : louise.goyet02@univ-paris8.fr

Membre associé du Intégrative Neuroscience and Cognition Center (CNRS / UMR 8002) - Babylab - Université Paris Descartes.

Fait à Saint-Denis, le 07 Octobre 2020

Objet : lettre à l'attention de l'inspecteur de l'éducation nationale, M. Pinon-David - Circonscription : Neuilly-sur-Marne / Neuilly-Plaisance / Gournay-sur-Marne.

Monsieur,

Maître de Conférences à l'université Paris 8 - Vincennes - Saint-Denis j'atteste par la présente que depuis l'année universitaire 2018-2019, je co-dirige avec ma collègue Mme Annamaria Lammel, la thèse de troisième cycle de Mme Samira Bouayed.

Samira réalise une thèse dont les objectifs sont dans un premier temps d'étudier quelle est l'influence de la transmission des langues acquises et de la valorisation de ces dernières sur la motivation intrinsèque ou extrinsèque des enfants bilingues et monolingues à apprendre des langues. Dans un second temps, nous étudierons si cette motivation a une incidence sur le développement des habiletés langagières, attentionnelles, et de mémorisation des enfants. Nous étudierons également, dans le cadre du bilinguisme, l'importance qu'accordent les parents à la transmission de leurs langues natales et à la valorisation de ces dernières. Ainsi, nous cherchons à montrer que ces facteurs auront une incidence sur la représentation de soi des enfants et leur motivation à apprendre des langues. De plus, nous chercherons à mettre en évidence, comme l'ont déjà montré certains travaux scientifiques, que cette motivation à apprendre des langues et l'apprentissage de plusieurs langues ont une influence sur le développement et la régulation de certaines fonctions cognitives.

Afin d'étudier si cette influence perdure au cours du temps, nous nous sommes fixées pour objectif de réaliser cette étude dans un perspective vie-entière, auprès de jeunes, adolescents, adultes et personnes âgées.

Afin de mener à bien ce projet, j'ai l'honneur par la présente de vous demander si Mme Bouayed peut bénéficier de votre autorisation quant à mener à bien ses recherches au sein d'un établissement de votre circonscription.

Je me tiens à votre disposition pour toutes informations complémentaires qui vous seraient nécessaires

Je vous prie d'agréer M. L'inspecteur M. Pinon-David, mes salutations distinguées.

Louise Goyet 

Annexe 2 : lettre de demande d'autorisation de recherche

Samira Bouayed
Psychologue (IME) Excelsior
Doctorante Chargée de cours
Ed (224) : CLI.Univ-Paris 8, **Labo** (EA349) : http://paragraphe.site /
Université Paris 8 -vincennes-Saint-Denis
2, rue de la liberté
93526 Saint-Denis
Courriel : samira_ben@hotmail.fr
Tel : 06 61 92 68 80

Saint-Denis le 02/12/20

Monsieur l'inspecteur de l'éducation national

Pinon-David

Objet : Autorisation de recherche au sein des écoles de la circonscription Neuilly -Sur-Marne/ Neuilly-Plaisance / Gournay-sur-Marne.

Monsieur,

Durant l'année scolaire 2019/2020, vous m'aviez autorisé à mener ma recherche de thèse au sein de votre circonscription Neuilly-Sur-Marne/ Neuilly-Plaisance / Gournay-sur-Marne, et je vous en remercie. Cependant, j'ai été contrainte d'arrêter la recherche en Mars pour cause du Covid.

Afin de poursuivre ma recherche, je viens vous solliciter par cette présente une nouvelle autorisation. Bien évidemment une convention de recherche sera signée entre l'école doctorale et votre inspection, ainsi que des demandes d'autorisation destinées aux parents des participants mineurs seront établies selon les conditions déontologiques et le respect de l'éthique.

Je reste à votre disposition pour toute question ou information.

Veuillez agréer Monsieur l'inspecteur Pinon-David mes salutations distinguées.

Ci-joint : lettre de Madame Louise Goyet co-directrice de thèse.

Samira Bouayed

Annexe 3 : convention de recherche

CONVENTION RELATIVE AUX MODALITES D'ACCUEIL D'UN(E) DOCTORANT(E)

ENTRE

L'Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis
Etablissement Public à caractère scientifique, culturel et professionnel
Situé au 2 rue de la Liberté, 93526, SAINT-DENIS Cedex
Représenté par sa Présidente, Mme Annick ALLAIGRE

Ci-après désigné l' « UNIVERSITE PARIS 8 »

ET

NOM DU PARTENAIRE [A COMPLETER]
Statut juridique [à compléter]
Située au ... INSPECTION DE L'EDUCATION NATIONALE ...
Représenté par ... NEUILLY SAMARINE ET NEUILLY PLAISANCE ..., Madame/Monsieur PINON-DAVID
3, Rue d'Artois
93330 NEUILLY SAMARINE
Ci-après désignée « ... Tél. 01 43 08 19 82 ... »

Ci-après désignés collectivement par les « Parties » et individuellement par la « Partie ».

Il est convenu et arrêté ce qui suit :

PREAMBULE

Madame/ Monsieur Samira Bouayed (ci-après désigné(e) le/la « DOCTORANT(E) ») est en cours de réalisation d'une thèse de doctorat intitulée « l'effet du bilinguisme sur le développement de la mémoire de travail et le fonctionnement exécutif » dont la directrice / le directeur de thèse est Madame/ Monsieur Annamaria Lammel, HDR, maître de conférences de l'UNIVERSITE PARIS 8.
Le/la DOCTORANT(E) est inscrite auprès de l'Ecole doctorale Cognition, langage, interaction EA de l'UNIVERSITE PARIS 8.

ARTICLE 1 - OBJET

La présente convention a pour objet de définir les finalités et les modalités d'accueil du / de la DOCTORANT(E) au sein de l'école Daniel Cachin

ARTICLE 2 – MISSION

Le /la DOCTORANT(E) mènera une recherche au sein de l'école Cachin sur le thème « le développement de la mémoire de travail », ci-après désignée l' « ETUDE ». L'encadrement scientifique du /de la DOCTORANT(E) au sein de l'école Cachin sera assuré par Madame/ Monsieur ..... encadrant scientifique.

Page 1 sur 7

I.E.N.
NEUILLY SUR MARNE
10 DEC. 2019
REÇU LE

UNIVERSITÉ PARIS 8
VINCENNES-SAINT-DENIS

CONVENTION RELATIVE AUX MODALITES D'ACCUEIL D'UN(E) DOCTORANT(E)

ENTRE

L'Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis
Etablissement Public à caractère scientifique, culturel et professionnel
Situé au 2 rue de la Liberté, 93526, SAINT-DENIS Cedex
Représenté par sa Présidente, Mme Annick ALLAIGRE

Ci-après désigné l' « UNIVERSITE PARIS 8 »

ET

NOM DU PARTENAIRE Inspection de l'Education nationale
Statut juridique .....
Située au 3, rue d'Artois 93330 Neuilly-sur-Marne
Représenté par Inspecteurs de l'éducation nationale
Madame/Monsieur J.F. Pinon-David

Ci-après désignée « ..... »

Ci-après désignés collectivement par les « Parties » et individuellement par la « Partie ».

Il est convenu et arrêté ce qui suit :

PREAMBULE

06-61-92-68-80
Madame/ Monsieur Bouayed Samira ép Ben Mahdi (ci-après désigné(e) le/la « DOCTORANT(E) ») est en cours de réalisation d'une thèse de doctorat intitulée « L'effet du Bilinguisme sur les capacités de Mémoire de travail » dont la directrice / le directeur de thèse est Madame/ Monsieur Annamaria Laurent et Louise Goyet, professeur/ maître de conférences de l'UNIVERSITE PARIS 8.
Le/la DOCTORANT(E) est inscrite auprès de l'Ecole doctorale cognition, langage, interaction de l'UNIVERSITE PARIS 8.

ARTICLE 1 - OBJET

Annexe 4 : Questionnaires de la recherche

Université Paris 8 -Vincennes –Saint-Denis

Auto-questionnaire destiné aux parents des participants.

❖ **Date de complétion du questionnaire** : ----------

Prénom : ---------- Age : -

---------- **Sexe** :

☐ Masculin
☐ Féminin

Situation familiale :

☐ Célibataire
☐ En couple sans enfants
☐ En couple avec enfants

Niveau d'éducation :

☐ Ecole primaire : niveau : ---------- ☐ Enseignement secondaire : niveau : ----------
☐ Formation professionnelle : niveau : ---------- ☐ Enseignement supérieur : niveau : ----------
☐ Profession : ----------

La langue française est apprise depuis quand et ou ? ----------

La 1ère langue est apprise depuis quand et ou ? ----------

Autre langue est apprise depuis quand et ou ? ----------

❖ **Comment estimez-vous votre niveau de maîtrise des deux langues (L1-Français) en termes de production orale ?**

L1 : (1 : très bon niveau – 4 : mauvais).

☐ 1

☐ 2
☐ 3
☐ 4

Français : (1 : très bon – 4 : mauvais).

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

- **Comment estimez-vous votre niveau de maîtrise des deux langues (L1-L2) en termes de compréhension ?**

L1 : (1 : très bon – 4 : mauvais).

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

Français : (1 : très bon – 4 : mauvais).

☐ 1

☐ 2
☐ 3
☐ 4

- **Quelle est la langue dominante à la maison** ----------
- **De combien estimez-vous la fréquence d'utilisation de chaque langue en termes d'heures par jour ?**

L1 :

☐ 0 heure
☐ 1 à 2 heures
☐ 2 à 3 heures
☐ > 3 heures **Français :**

☐ 0 heure
☐ 1 à 2 heures
☐ 2 à 3 heures
☐ > 3 heures

Ces estimations changent-elles pendant les vacances ?

☐ Oui
☐ Non

Quelle est la langue dominante pendant les vacances ?

- ☐ L1
- ☐ Français
- ☐ Autre

Dans quelle langue écoutez-vous la TV /musique/la radio ?

- ☐ L1
- ☐ Français
- ☐ Autre

- ❖ **Quelle estimation donneriez-vous à l'importance d'utilisation de langue L1 ? (1 : très important- 4 pas important).**

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

- ❖ **Quelle estimation donneriez-vous à l'importance de la transmission de la langue L1 ? (1 : très important -4 : pas important).**

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

Questionnaire concernant votre enfant

Prénom de l'enfant : ----------

Date de naissance de l'enfant : ---------- Classe de l'enfant : ----------

Sexe de l'enfant :

- ☐ **Masculin**
- ☐ **Féminin**

La langue française est apprise par votre enfant depuis quand et ou ? ----------

La langue L1 est apprise par votre enfant depuis quand et ou ? ----------

Une autre langue est apprise par votre enfant depuis quand et ou ? ----------

❖ **Préférence langagière de l'enfant :**

quelle est la langue que votre enfant préfère utiliser avec vous ?

- ☐ **L1**
- ☐ **Le français**
- ☐ **Les deux**

Quelle est la langue qu'utilise votre enfant pour vous répondre ?

- ☐ **L1**
- ☐ **Le français**
- ☐ **Les deux**

Votre participation à cette étude me permettra d'obtenir des informations importantes concernant cette recherche.

Merci pour vos réponses. Si vous êtes intéressé(e) par les résultats, merci d'indiquer votre mail cidessous afin que je puisse vous les faire parvenir.

Mail :----------

Auto-questionnaire destiné au(x) parent(s) des participants

❖ Date de complétion du questionnaire : ----------

Prénom : ----------

Âge : ----------

Vous êtes

- ☐ Père
- ☐ Mère

Langue(s) maternelle(s) : _____

Niveau d'éducation :

☐ Ecole primaire : niveau : ---------- ☐ Enseignement secondaire : niveau : ----------
☐ Formation professionnelle : niveau : ---------- ☐ Enseignement supérieur :
niveau : ----------
☐ Profession : ----------

Depuis quel âge et où avez-vous appris le français ? ----------

Depuis quel âge et où avez-vous appris l'arabe ? ----------

Depuis quel âge et où avez-vous appris une autre langue (laquelle) ? ----------

❖ Estimez votre niveau de maitrise de compréhension orale des deux langues (arabe et français) ? : (1 mauvaise maîtrise, 4 très bonne maîtrise) Arabe :

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

Français :

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

❖ Estimez-vous votre niveau de maîtrise de production orale des deux langues (arabe et français) ? : (1 mauvaise maîtrise, 4 très bonne maîtrise)

Arabe

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

Français :

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

Estimez-vous votre niveau de maîtrise de la lecture des deux langues (arabe-français) ? : (1 mauvaise maîtrise, 4 très bonne maîtrise) Arabe

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

Français

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

Estimez-vous votre niveau de maîtrise de l'écriture des deux langues (arabe-français) ? (1 : mauvais niveau – 4 : très bon niveau)

Arabe

- ☐ 1

☐ 2
☐ 3
☐ 4

Français

☐ 1

☐ 2
☐ 3
☐ 4

❖ Quelle est la langue dominante parlée à la maison ----------
-

❖ Estimez pour la semaine et pour chaque langue, leur fréquence (en termes d'heures) d'utilisation (production orale ?) quotidienne Arabe :

- ☐ jamais
- ☐ 1 à 2 heures
- ☐ 2 à 3 heures
- ☐ > 3 heures Français :
- ☐ jamais
- ☐ 1 à 2 heures
- ☐ 2 à 3 heures
- ☐ > 3 heures

❖ Estimez pour le week-end et pour chaque langue, leur fréquence (en termes d'heures) d'utilisation (production orale ?) quotidienne Arabe :

- ☐ jamais
- ☐ 1 à 2 heures
- ☐ 2 à 3 heures
- ☐ > 3 heures Français :
- ☐ jamais
- ☐ 1 à 2 heures
- ☐ 2 à 3 heures
- ☐ > 3 heures

Ces estimations changent-elles pendant les vacances ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Quelle est la langue dominante parlée pendant les vacances ?

- ☐ Arabe
- ☐ França is
- ☐ Autre

Dans quelle langue écoutez-vous la TV /musique/la radio ?

TV (vous pouvez cocher plusieurs réponses possibles et mentionner la langue dominante)

- ☐ Arabe
- ☐ Français
- ☐ Autre : _____ Musique
- ☐ Arabe
- ☐ Français
- ☐ Autre : _____ Radio
- ☐ Arabe
- ☐ Français

Autre : _____

- ❖ Estimez l'importance que vous accordez d'utilisation de langue arabe ? (1 : pas important- 4 très important) : (1 pas important : 4 très important)

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

- ❖ Estimez l'importance que vous accordez à l'utilisation de langue arabe ?

Transmission de la langue arabe ? (1 pas important : 4 très important)

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

Questionnaire concernant votre enfant

Prénom de l'enfant : ----------

Date de naissance de l'enfant : ---------- Classe de

l'enfant : ---------- Sexe de l'enfant :

☐ Masculin

☐ Féminin

Depuis quel âge et où votre enfant a-t-il appris le français ? ---------- ----

---

Depuis quel âge et où votre enfant a-t-il appris le français ? ----------
---

Depuis quel âge et où votre enfant a-t-il appris une autre langue (indiquer la nature de la langue) ? ----------

❖ Estimez-vous le niveau de maîtrise de compréhension orale des deux langues (arabe et français) de votre enfant ? : (1 mauvaise maîtrise, 4 très bonne maîtrise) Arabe :

☐ 1
☐ 2
☐ 3

☐ 4

Français :

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

❖ Estimez le niveau de maitrise de production orale des deux langues (arabe et français) de votre enfant ? : (1 mauvaise maitrise, 4 très bonne maîtrise) Arabe

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

Français :

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

Votre enfant lit-il l'arabe ? _____

Votre enfant écrit-t-il en arabe ? _____

❖ Préférence langagière de l'enfant :

Quelle est la langue que votre enfant préfère utiliser / produire lorsqu'il parle avez vous ?

☐ L'arabe
☐ Le français
☐ Les deux

Quelle est la langue que votre enfant préfère utiliser/ produire lorsqu' il vous répond ?

☐ L'arabe

- ☐ Le français
- ☐ Les deux

Votre participation à cette étude me permettra d'obtenir des informations importantes concernant cette recherche.

Merci pour vos réponses. Si vous êtes intéressé(e) par les résultats, merci d'indiquer votre mail cidessous afin que je puisse vous les faire parvenir.

Mail :----------

Annexe 5 : consentement des participants

UFR Psychologie

CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

Pour une recherche sans bénéfice individuel direct

Objet : Formulaire de consentement concernant les représentants légaux d'un sujet mineur

Nous, soussignés : …….

Déclarons accepter que l'enfant : ……dont nous avons la charge légale participe à la recherche universitaire intitulée : l'effet du bilinguisme sur le développement des

fonctions exécutives (capacités qui permettent aux individus de s'adapter aux situations nouvelles), menée par Samira Bouayed (doctorante en psychologie du développement) et réalisée sous la co-direction de Mme Annamaria Lammel (MCF, HDR, Université Paris 8) et Mme Louise Goyer (MCF,
Université Paris 8).

Les informations recueillies feront l'objet d'un traitement informatique destiné à étudier l'influence de l'apprentissage de deux langues sur le développement des fonctions exécutives chez les enfants et adolescents âgés de 7 à 17 ans.

Les participants devront réaliser trois types de tâches qui nous permettront d'étudier au plus près le développement des fonctions exécutives et leurs composantes

Lors d'une première tâche, les participants devront reproduire à partir d'un modèle de pointage donné le même schéma de pointage.

Lors d'une deuxième tâche, les participants devront dénommer la couleur de l'encre avec laquelle sont écrits les noms de couleurs.

Lors d'une troisième tâche, les participants devront, dans un premier temps dénommer le maximum de mots commençant par une lettre donnée, puis dans un second temps indiquer le maximum de mots appartement à une catégorie sémantique spécifique (animale).

Nous avons bien reçu les informations concernant la recherche.

Il nous a été précisé que : conformément à la loi Informatique et Liberté du 6 Janvier 1978 modifiée en 2004, nous bénéficions d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui nous concernent, que nous pouvons exercer en nous adressant à : la doctorante Samira Bouayed et ses directrices de thèse, Annamaria Lammel et Louise Goyet.

III. Nous sommes libres d'accepter ou de refuser ainsi que d'arrêter à tout moment la participation de l'enfant dont nous avons la charge.
IV. Le participant a le droit d'arrêter l'étude à tout moment sans avoir à se justifier.
V. Les données qui concernent l'enfant dont nous avons la charge resteront strictement confidentielles et à usage strictement interne à l'université.

VI. La publication des résultats ne comportera aucun résultat individuel.

VII. Nous pourrons à tout moment demander des informations aux responsables de la recherche.

VIII. Nous pourrons être tenus au courant des résultats globaux de la recherche qui seront envoyés par e-mail.

IX. Cette recherche est sans bénéfice individuel direct pour les personnes qui y participent. Notre consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités.

X. Nous concevons tous nos droits garantis par la loi.

Samira Bouayed



Fait à ……le…….

Signature de la mère Signature du père

Ou autres représentants légaux :

Si vous souhaitez être informé des résultats de l'étude, veuillez nous indiquer votre mail :

Accepteriez-vous d'être recontacté dans le futur par notre Université ?

Oui Non

Annexe 6 : Test de Fluence

FLUENCE VERBALE CATÉGORIELLE ET LEXICALE

ANIMAUX, FRUITS, MEUBLES
LETTRE P, R, V

(Cardebat D, *et al 1990*)

MOTS CLÉS :

Test de langage, Test des fonctions exécutives, Fluence verbale

FAMILLE :

Test d'évaluation de plusieurs fonctions cognitives : le langage/ Fluence verbale/ mémoire de travail / mémoire sémantique

PRINCIPES:

La fluence verbale est un test simple de production de langage. Il est bien sûr très lié au NSC.

CONSIGNES:

L'ordre de passation est aléatoire, trois critères sémantiques ont été retenus : « Animaux » considéré comme riche en items, « Meubles » considéré comme pauvre en items et « Fruits » considéré comme intermédiaire. Une fluence lexicale et une fluence catégorielle suffisent en clinique courante pour se faire une idée.

Pour la fluence Lexicale, dire au patient :

« Vous allez devoir me dire le plus de mots français possibles, soit des noms, soit des verbes, soit des adjectifs, etc... commençant par la lettre que je vais vous donner et ceci en deux minutes. Ne dites pas des mots de la même famille, des noms propres et ne vous répétez pas…. Par exemple avec la lettre L, vous pouvez dire Lune, Laver, Laborieuse, …Avez-vous bien compris ? ……».

Pour la fluence Sémantique ou catégorielle, dire au patient :

« Vous allez devoir me dire le plus de noms que vous connaissez, dans la catégorie que je vais vous donner et ceci en deux minutes ; sans noms de la même famille, et sans répétitions…. Par exemple pour la catégorie des Fleurs, vous pouvez me dire Rose, Dahlia, Violette …Avez-vous bien compris?

Déclencher le chronomètre et noter les réponses à la 1ère et à la 2ème minute(ambigu… « noter les réponses correspondant à la 1ère minute et à la 2ème minute » (. A des fins de recherche, il est proposé de noter par un tiré le passage de toutes les 15 secondes) **1. Noter le total de mots produits.**

2. Noter le nombre de répétitions.

Une répétition (ou persévération) est un même mot reproduit une ou plusieurs fois, par exemple un mot produit trois fois donne deux répétitions).

3. Noter le nombre d'erreurs.

L'erreur est représentée par le non-respect de la consigne ci-dessus (mot commençant par une autre lettre que celle donnée ou ne correspondant pas à la catégorie), les logatomes, les noms propres ou mots étrangers.

COTATION :

Par exemple en fluence sémantique animaux, « Canard, cane, caneton » seront comptabilisés pour 3 mots produits et 2 erreurs. En revanche, « cheval, jument, poulain » comptent simplement pour trois mots produits.

Si un hyperonyme est décliné (nom de la catégorie sémantique), seules les déclinaisons comptent

: « **animaux**, pie, corbeau, perroquet » comptent pour quatre mots produits et une erreur (« oiseau » doit être considéré comme une erreur, dès lors que le patient a été prévenu).

Le patient peut donner des noms d'animaux commençant par la lettre qui avait été demandée précédemment.

Ex : le patient peut donner des mots commençant par P qui soient des animaux.

En cas de mot produit à la 1ère minute et répété à la 2ème minute, le rapporter dans le nombre de répétitions de la 2ème colonne.

N.B. : Si le patient produit plus de 22 mots à la 1ère minute, continuer de noter les réponses dans la 2ème colonne et noter dans la 2ème colonne le passage entre la 1ère minute et la 2ème minute.

Le score total est le nombre total de mots produits moins les erreurs ou répétitions.

INTERPRÉTATION :

la fluence verbale est précocement touchée dans la maladie d'Alzheimer mais aussi lors de toute atteinte des fonctions exécutives, (ou encore chez des patients aphasiques après AVC). il faut cependant noter les autres composantes influençant la performance à ce test : influence de la mémoire de travail et de la mémoire sémantique pour la fluence sémantique

Il faut rapporter le nombre de mots corrects aux normes publiées dans l'article de référence selon le sexe, l'âge et le NSC.(tableau reproduit ci-dessous). Cet article détaille l' étalonnage réalisé chez des sujets normaux (cf : tableaux ci-dessous).

RÉFÉRENCES ET COPYRIGTS *REFERENCE :*

Cardebat D, Doyon B, Puel M, Goulet P, Joanette Y. Formal and semantic lexical evocation in normal subjects. Performance and dynamics of production as a function of sex, age and educational level. Acta Neurol Belg. 1990;90(4):207-17. (in French).

COPYRIGHT PROTÉGÉ POUR TOUTE REPRODUCTION

© : équipe de Toulouse

Contact : Dr jean-François DEMONET <demonet@toulouse.inserm.fr>

CATÉGORIE SÉMANTIQUE (ANIMAUX/ MEUBLES/ FRUITS)

PREMIÈRE MINUTE	***DEUXIÈME MINUTE***
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
19.	
20.	
21.	
22.	
Nombre total de mots produits :	Nombre total de mots produits
Nb de répétitions	Nb de répétitions
Nb d'erreurs	Nb d'erreurs
Score final :	**Score final :**

FLUENCE LEXICALE (P/ R / V)

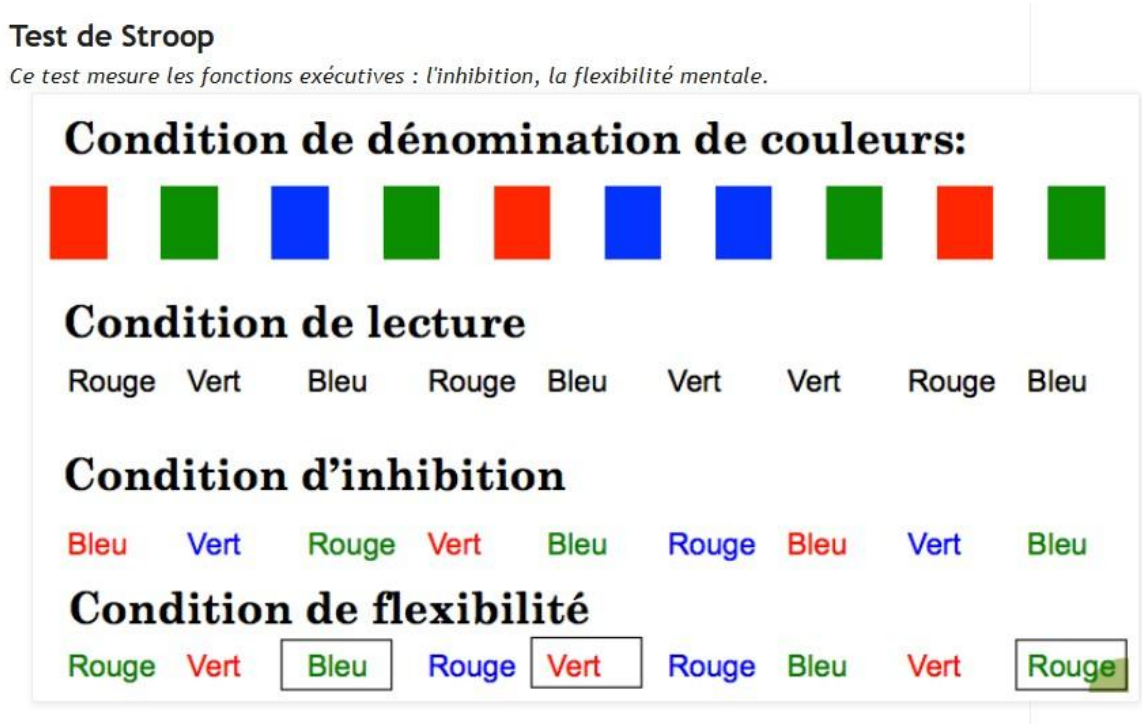
PREMIÈRE MINUTE	***DEUXIÈME MINUTE***
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
19.	

20.	
21.	
22.	
Nombre total de mots produits :	Nombre total de mots produits
Nb de répétitions	Nb de répétitions
Nb d'erreurs	Nb d'erreurs
Score final :	**Score final :**

A

nnexe 7 : Stroop Victoria



Fiche descriptive de test

Alexandre St-Hilaire, Joël Macoir, Carol Hudon

Stroop-Victoria

Historique

Le test de Stroop Victoria (Regard, 1981) est une adaptation abrégée de la version originale de 1935 (Stroop, 1935).

Objectifs et description du test

Le Stroop Victoria est un test qui évalue les fonctions exécutives de flexibilité cognitive et d'inhibition. Le Stroop Victoria contient un moins grand nombre de stimuli que les autres versions standardisées, comme la version Golden ou celle de la batterie D-KEFS. Ainsi, le Stroop Victoria comprend 24 stimuli sur chacune des trois planches, c'est-à-dire nommer la couleur de points (planche 1), lire des mots neutres (planche 2), et lire des noms de couleur imprimés en couleurs incongruentes (planche 3). Dans cette dernière condition, il est demandé au participant de nommer le plus vite possible la couleur de l'encre et d'inhiber la lecture plus automatisée des mots.

Matériel. Les utilisateurs peuvent acheter les stimuli via l'Université de Victoria ou encore créer leurs propres stimuli, en utilisant la description ci-dessous (Strauss, Sherman et Spreen, 2006). Le test est composé de trois cartes blanches de 21,5 X 14 cm. Chaque carte contient six rangées de quatre éléments (police Helvetica, taille 28 points). Les rangées sont espacées de 1 cm. La première carte (Points) est constituée de points de couleur bleue, verte, rouge et jaune. Chacune des quatre couleurs doit être utilisée six fois et les quatre couleurs doivent être disposées dans un ordre pseudo-aléatoire dans le tableau, chaque couleur apparaissant au moins une fois dans chaque rangée. La deuxième carte (Mots) est similaire à la carte des points, mais les points sont remplacés par des mots courants (pour les normes québécoises de Tremblay et al. (2016) : « mais », « pour », « donc » et « quand » vs and, hard, when, over pour la version anglaise). Les mots doivent être complètement imprimés en lettres minuscules. Chaque mot doit être imprimé dans l'une des quatre couleurs énoncées précédemment. La troisième carte (Interférence Mots-Couleurs) est similaire à la précédente, mais les noms courant sont remplacés par les noms de couleur (« bleu », « vert », « rouge » et « jaune »), de manière à ce que le nom d'impression ne corresponde jamais à la couleur d'impression (par exemple, le rouge peut être imprimé à l'encre bleue, verte ou jaune, mais pas à l'encre rouge).

Mode de passation

Les trois cartes sont toujours présentées dans le même ordre: Points, Mots, puis Interférence Mots-Couleurs. L'examinateur démarre le chronomètre immédiatement après avoir donné les instructions décrites ci-dessous.

Consignes pour la carte Points : « Nommez les couleurs des points aussi rapidement que possible. Commencez ici » (pointez le point dans le coin supérieur gauche du participant), « et allez de gauche à droite ». Dirigez les yeux du participant sur les rangées de gauche à droite.

Consignes pour la carte Mots : « Cette fois, nommez les couleurs des mots aussi rapidement que possible. Commencez ici » (montrez le coin supérieur gauche du participant) « et parcourez les rangées de gauche à droite ». Si nécessaire pour clarifier, dites : « Nommez les couleurs dans lesquelles les mots sont imprimés ».

Consignes pour la carte Interférence Mot-Couleurs : « Encore une fois, nommez les couleurs dans lesquelles les mots sont imprimés aussi rapidement que possible. » Si nécessaire, clarifiez en disant : « Ne lisez pas le mot, dites-moi la couleur dans laquelle le mot est imprimé. »

L'examinateur est tenu d'interrompre le participant dès qu'une erreur est commise, après quoi le participant doit corriger l'erreur et passer à l'item suivant. Les erreurs corrigées spontanément par le participant avant d'être interrompues par l'examinateur ne sont pas comptées comme des erreurs dans l'étude normative de Tremblay et al. (2016) alors qu'elles sont comptabilisées séparément des erreurs non corrigées spontanément dans la version de Bayard et al. (2011).

Cotation et interprétation

L'examinateur enregistre le temps nécessaire pour terminer chaque tâche (à la seconde près) et le nombre d'erreurs qui ne sont pas corrigées spontanément par le participant (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Le pointage est le temps mis pour terminer chacune des trois tâches. Un effet d'interférence peut être calculé en divisant le score de la tâche Couleur (nommer les couleurs dans la tâche d'interférence) par le score de la tâche Points (nommer les couleurs dans la tâche de contrôle), pour déterminer l'effort supplémentaire nécessaire pour faire la tâche Interférence Mots-Couleurs. Un calcul similaire est fait pour déterminer s'il existe un effet d'interférence (interférence légère) entre la tâche de Mots neutres et la tâche de Points.

Références

Bayard et al. (2009). Test du Stroop Victoria – Adaptation francophone. Matériel, consignes, procédure de cotation et données normatives. France: gratuitement téléchargeable du Monnni à Univ-lille https://pallec.univ-lille3.fr/en/presentation/membres/membres-titulaires/hroomi-c/

Bayard et al. (2011). Victoria Stroop Test: Normative data in a sample group of older people and the study of their clinical applications in the assessment of inhibition in Alzheimer's disease. Archives of Clinical Neuropsychology, 26(7), 653–661. doi:10.1093/arclin/acr053

Joubert et al. (2010). The cognitive and neural expression of semantic memory impairment in mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease. Neuropsychologia, 48(4), 978–988. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.019

Moroni, C., & Bayard, S. (2009). Processus d'inhibition : quelle est leur évolution après 50 ans ? Psychologie & neuropsychiatrie du vieillissement, 7(2), 121–129. doi : 10.1684/pnv.2009.0155

Regard, M. (1981). Stroop Test: Victoria Version. Manuel of Instructions and Norms. British Columbia, Canada: University of Victoria, Department of Psychology. https://www.uvic.ca/socialsciences/psychology/research/clinic/stroop.php

Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary (3rd. ed). New York, NY, US: Oxford University Press.

Stroop-Victoria

Réseau Québécois de Recherche sur le Vieillissement

Études de validation et qualités psychométriques

Le Stroop-Victoria démontre de bonnes propriétés psychométriques. L'étude originale de Regard et al. (1981) a mis en évidence une très bonne fidélité test-retest sur un intervalle d'un mois (conditions Points : r = 0.90, Mots : r = 0.83, Couleur : r = 0.91). Le test offre une bonne sensibilité pour la détection de troubles cognitifs secondaires aux dommages des lobes frontaux par rapport aux dommages non frontaux (Strauss, Sherman et Spreen, 2006), pour la détection du trouble neurocognitif léger et la maladie d'Alzheimer (Joubert et al., 2010) et pour l'objectivation du déclin cognitif des fonctions exécutives dans le vieillissement normal (Moroni & Bayard, 2009; Troyer et al., 2006).

Études normatives

À notre connaissance, seules deux études normatives ont été publiées pour le Stroop Victoria (Bayard et al., 2011 ; Troyer et al., 2006). Dans la première (Bayard et al., 2011), les normes ont été développées auprès d'un échantillon de 244 adultes français âgés de 50 à 94 ans (Montpellier et Lille - France) pour lesquels la scolarité a été intégrée comme variable dichotomique. Les résultats indiquaient un effet significatif de l'âge et du niveau de scolarité sur la performance (temps). La seconde (Troyer et al., 2006) a été menée sur un échantillon de 272 adultes canadiens anglophones âgés de 18 à 94 ans (Ontario – Canada) vivant dans la communauté. Dans cette étude, seule la variable âge avait un effet significatif sur la performance (temps).

L'étude de Tremblay et al. (2016) visait à répondre à l'absence de normes pour le Stroop Victoria adaptées à la population franco-québécoise. Dans cette étude, l'échantillon normatif était composé de 646 participants âgés de 47 à 87 ans, dont le niveau de scolarité variait de 3 à 23 ans. Ces données normatives sont présentées sous forme de formules de régressions contrôlant pour les variables socio-démographiques (âge, scolarité et sexe), sauf en ce qui concerne le nombre d'erreurs commises par condition (percentiles, en raison de l'absence de normalité de la distribution).

Versions alternatives

Aucune.

Avantages et limites

Le temps d'administration du Stroop Victoria est plus court que pour les autres versions standardisées du test. Ce test est idéal pour détecter les difficultés d'inhibition puisque le participant ne bénéficie pas d'une pratique prolongée avec la tâche (moins d'effet d'habituation). De plus, le Stroop victoria permet de calculer des scores relativement indépendants de la vitesse de traitement, soit un score d'erreurs et un score d'interférence (calculé sous forme de ratio) qui corrige pour un possible effet de ralentissement généralisé. Dans l'étude de Tremblay et al. (2016), deux scores d'interférences peuvent être calculés (faible et grande interférence). En contrepartie, les résultats doivent être interprétés avec davantage de prudence pour les personnes âgées de moins de 65 ans puisqu'elles étaient sous-représentées dans l'échantillon. Enfin, rappelons que comme tout test ayant pour but de mesurer les fonctions exécutives, le test de Stroop ne peut être seulement vu comme un test d'inhibition et peut impliquer différents processus cognitifs, dont la flexibilité cognitive.

Références (suite)

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of Experimental Psychology, 18(6), 643–662. doi: 10.1037/h0054651

Tremblay et al. (2016). The Victoria Stroop Test: Normative data in Québec-French adults and elderly. Archives of Clinical Neuropsychology, 31, 926–933. doi: 10.1093/arclin/acw029

Troyer, A. K., Leach, L., & Strauss, E. (2006). Aging and response inhibition: Normative data for the Victoria Stroop Test. Aging, Neuropsychology, and Cognition, 13(1), 20-35. doi: 0.1080/13825580590568187

Stroop-Victoria

Réseau Québécois de Recherche sur le Vieillissement

[Équations de régressions pour calculer les scores Z du Stroop Victoria (contrôlant pour l'effet des variables sociodémographiques; Tremblay et al., 2016)]

Equations to calculate Z scores for completion time on "Dot," "Word," and "Interference" conditions

Condition	Equations to calculate Z scores	
	Z = (real score − expected score)/square root of the mean square residual	
	Expected score	Square root of the mean square residual
Dot	$0.117A + 1.660S - 0.039E + 5.705$	3.784
Word	$0.244\,A + 2.414\,S - 0.256\,E + 4.345$	4.998
Interference	$0.609A + 3.795S - 0.455E - 5.693$	11.776

Notes: One should note that a positive Z score for time means poorer performance than what is normally expected.
A = Age (years), S = Sex; F = 0; M = 1, E = Education (years).

Equations to calculate Z scores for interference index scores

	Equations to calculate Z scores	
	Z = (real score − expected score)/square root of the mean square residual	
	Expected score	Square root of the mean square residual
Word/Dot	$0.007A - 0.000S - 0.015E + 1.110$	0.302
Interference/Dot	$0.025A - 0.033S - 0.027E + 0.986$	0.777

Notes: One should note that a negative Z score here means better performance score than what is normally expected.
A = Age (years), S = Sex; F = 0; M = 1, E = Education (years).

[Calcul des erreurs du Stroop Victoria; Tremblay et al., 2016)]

Percentiles for error score on Dot condition

Age	*n*	Percentiles							
		1	2	5	10	15	25	50	95
≤65	72	1	1	0	0	0	0	0	0
66–72	102	5	2	1	0	0	0	0	0
73–79	301	4	2	1	1	1	0	0	0
>80	171	3	2	2	1	1	0	0	0

Percentiles for error scores on Word condition

Age	*n*	Percentiles							
		1	2	5	10	15	25	50	95
≤65	72	1	1	1	0	0	0	0	0
66–72	102	3	2	1	1	0	0	0	0
73–79	301	4	2	2	1	1	1	0	0
>80	170	4	3	2	2	1	1	0	0

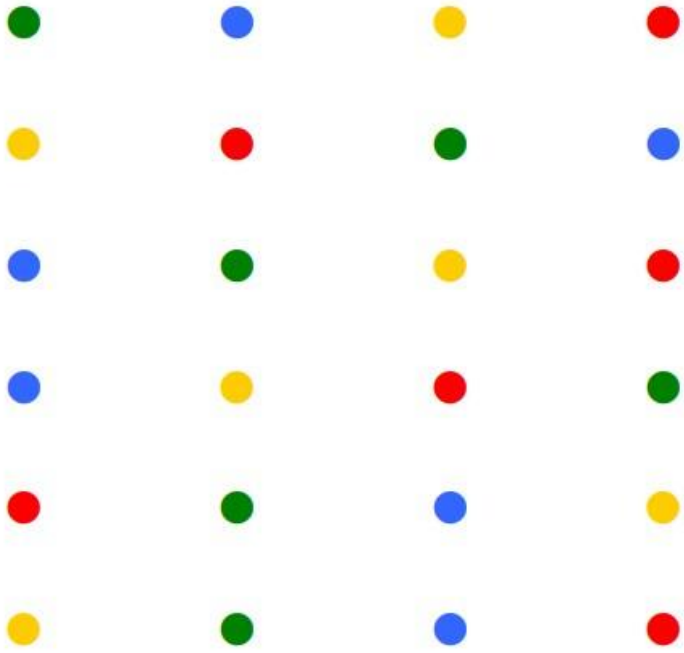
Percentiles for error scores on Interference condition

Age	Education	*n*	Percentiles							
			1	2	5	10	15	25	50	95
≤65	≤12	20	4	4	4	2	2	2	0	0
	>12	52	6	6	3	3	2	1	0	0
66–72	≤12	36	6	6	6	4	3	2	1	0
	>12	66	4	4	4	3	2	2	0	0
73–79	≤12	158	12	9	7	5	5	4	2	0
	>12	143	10	7	5	4	3	3	1	0
>80	≤12	104	14	13	8	7	6	4	3	0
	>12	66	10	10	8	6	5	4	2	0

Planche : 1 – Couleurs (C)

EXEMPLE :





Test du Stroop Victoria - Adaptation francophone
***Matériel, consignes, procédure de cotation et données normatives* (Novembre 09)**

Planche : 2 – Mots (M)

EXEMPLE :

MAIS POUR DONC QUAND

QUAND MAIS POUR DONC

DONC QUAND MAIS POUR

DONC POUR QUAND MAIS

POUR DONC MAIS QUAND

MAIS POUR DONC QUAND

POUR QUAND MAIS DONC

Planche : 3 – Interférence (I)

EXEMPLE :

JAUNE ROUGE VERT BLEU

BLEU JAUNE ROUGE VERT

VERT BLEU JAUNE ROUGE

VERT ROUGE BLEU JAUNE

ROUGE VERT JAUNE BLEU

JAUNE ROUGE VERT BLEU

ROUGE BLEU JAUNE VERT

Test du Stroop Victoria - Adaptation francophone
***Matériel, consignes, procédure de cotation et données normatives* (Novembre 09)**

Nom : **Prénom :** **Date :**

PLANCHE 1 - COULEURS (C)

EXEMPLE

Jaune	Vert	Bleu	Rouge

TEST

Vert	Bleu	Jaune	Rouge
Jaune	Rouge	Vert	Bleu
Bleu	Vert	Jaune	Rouge
Bleu	Jaune	Rouge	Vert
Rouge	Vert	Bleu	Jaune
Jaune	Vert	Bleu	Rouge

PLANCHE 2 - MOTS (M)

EXEMPLE

Vert (M)	Bleu (P)	Rouge (D)	Jaune (Q)

TEST

Vert (Q)	Bleu (M)	Jaune (P)	Rouge (D)
Jaune (D)	Rouge (Q)	Vert (M)	Bleu (P)
Bleu (D)	Vert (P)	Jaune (Q)	Rouge (M)
Bleu (P)	Jaune (D)	Rouge (M)	Vert (Q)
Rouge (M)	Vert (P)	Bleu (D)	Jaune (Q)
Jaune (P)	Vert (Q)	Bleu (M)	Rouge (D)

PLANCHE 3 - INTERFERENCE (I)

EXEMPLE

Bleu (J)	Vert (R)	Rouge (V)	Jaune (B)

TEST

Vert (B)	Bleu (J)	Jaune (R)	Rouge (V)
Jaune (V)	Rouge (B)	Vert (J)	Bleu (R)
Bleu (V)	Vert (R)	Jaune (B)	Rouge (J)
Bleu (R)	Jaune (V)	Rouge (J)	Vert (B)
Rouge (J)	Vert (R)	Bleu (V)	Jaune (B)
Jaune (R)	Vert (B)	Bleu (J)	Rouge (V)

TABLEAU RECAPITULATIF

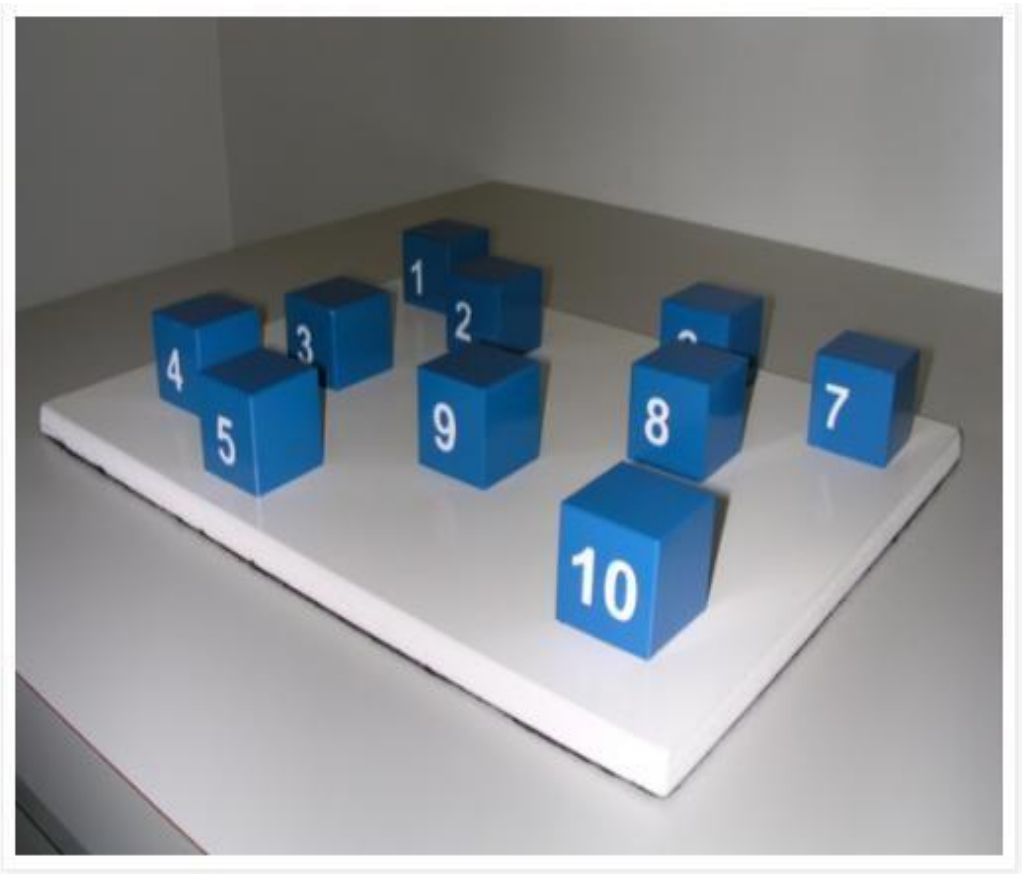
	PLANCHE Couleur (C)		**PLANCHE Mots - (M)**		**PLANCHE Interférence - (I)**	
	Note brute	**Norme**	**Note brute**	**Norme**	**Note brute**	**Norme**
Temps						
Erreurs corrigées		-		-		
Erreurs non-corrigées		-		-		
Erreurs totales		*	*			

*(*) la production d'**une seule erreur** est considérée comme statistiquement anormale aux Planches 1 (C) et 2 (M) puisque la grande majorité des participants contrôles (respectivement 94% et 95%) ne commettent aucune erreur.*

	Note brute	**Norme**
Indice if : *Temps M / Temps C*		
Indice IF : *Temps I / Temps C*		

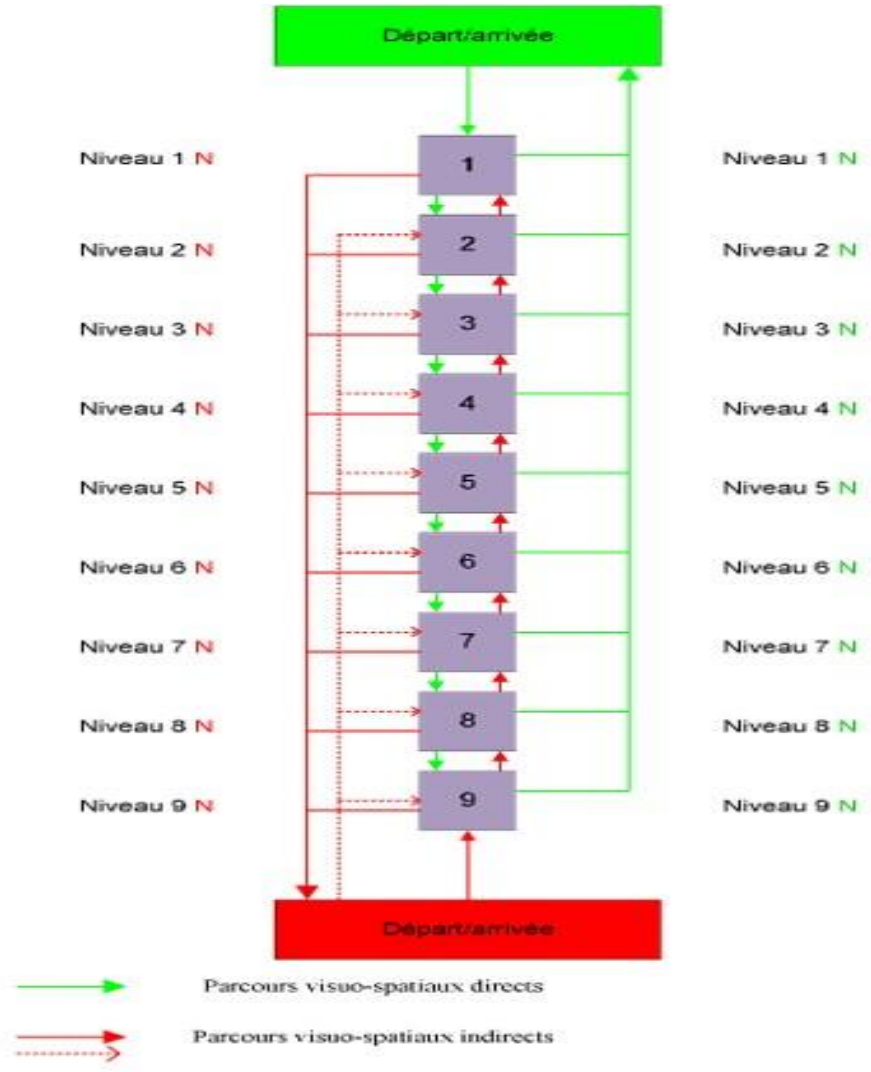
Annexe 8

: Epreuve des cubes de Corsi



Annexe 9

: Schématisation du traitement visuo-spatial impliquant une Direction, un Sens et une Longueur corrects, condition directe et indirecte. (Chrystelle Beau, 2011)



Annexe 10

: Test du WISC-5



Annexe 11
: Épreuve de Mémoire

Liste des bonnes réponses (Ordre direct)

Item	Essai
1.	2 - 9
	5 - 4
2.	3 - 9 - 6
	6 - 5 - 2
3.	5 - 4 - 1 - 7
	9 - 1 - 6 - 8
4.	8 - 2 - 1 - 9 - 6
	7 - 2 - 3 - 4 - 9
5.	5 - 7 - 3 - 6 - 4 - 8
	3 - 8 - 4 - 1 - 7 - 5
6.	2 - 1 - 8 - 9 - 4 - 3 - 7
	7 - 8 - 5 - 2 - 1 - 6 - 3
7.	1 - 8 - 4 - 2 - 7 - 5 - 3 - 6
	2 - 7 - 9 - 6 - 3 - 1 - 4 - 8
8.	7 - 2 - 6 - 1 - 9 - 4 - 8 - 3 - 5
	4 - 3 - 8 - 9 - 1 - 7 - 5 - 6 - 2
9.	6 - 2 - 5 - 3 - 1 - 9 - 8 - 5 - 4 - 7
	9 - 4 - 3 - 8 - 7 - 5 - 2 - 9 - 6 - 1

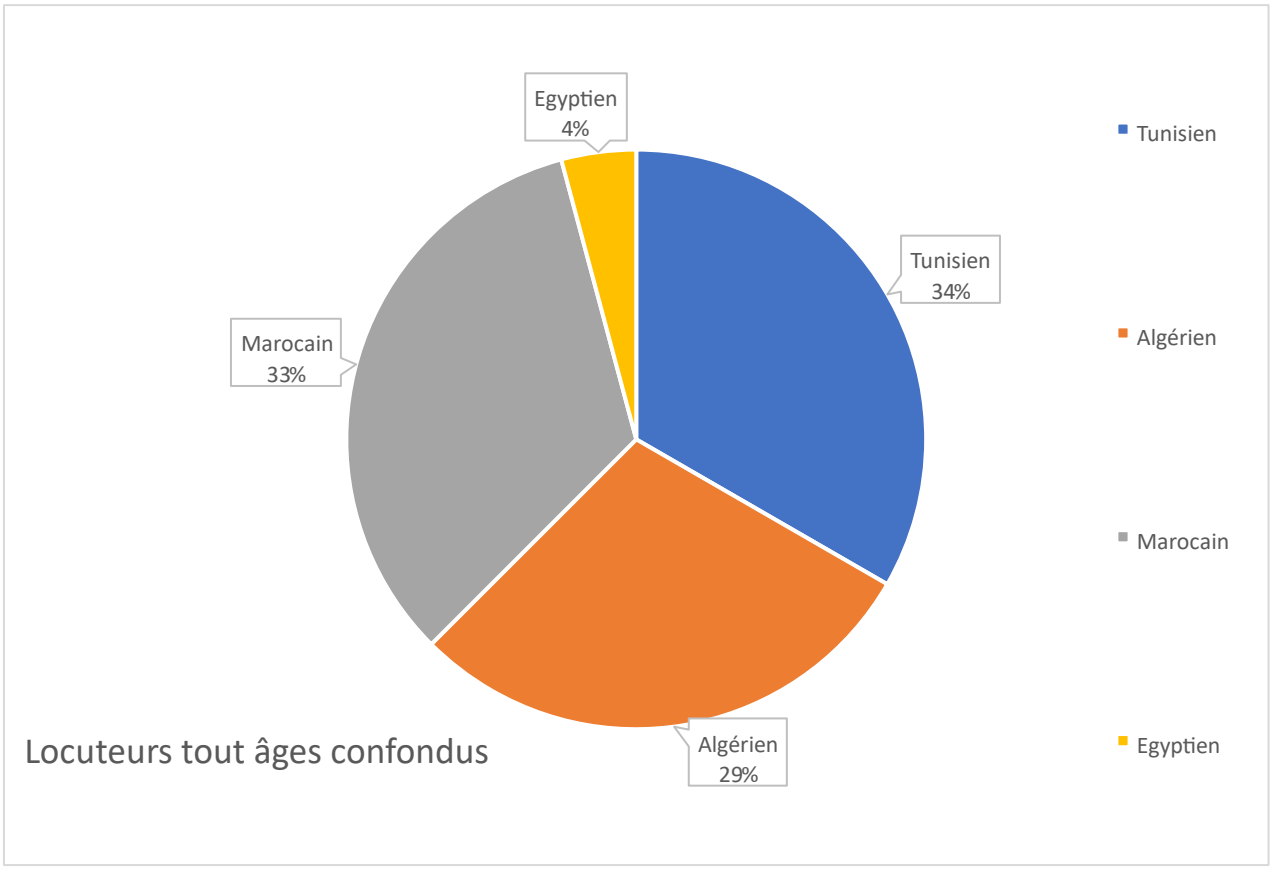
Liste des bonnes réponses (Ordre inverse)

Item	Essai	Bonne réponse
Ex.	9 - 4	4 - 9
	5 - 6	6 - 5
1.	2 - 1	1 - 2
	1 - 3	3 - 1
2.	3 - 9	9 - 3
	8 - 5	5 - 8
3.	2 - 3 - 6	6 - 3 - 2
	5 - 4 - 1	1 - 4 - 5
4.	4 - 5 - 8	8 - 5 - 4
	2 - 7 - 5	5 - 7 - 2
5.	7 - 4 - 5 - 2	2 - 5 - 4 - 7
	9 - 3 - 8 - 6	6 - 8 - 3 - 9
6.	2 - 1 - 7 - 9 - 4	4 - 9 - 7 - 1 - 2
	5 - 6 - 3 - 8 - 7	7 - 8 - 3 - 6 - 5
7.	1 - 6 - 4 - 7 - 5 - 8	8 - 5 - 7 - 4 - 6 - 1
	6 - 3 - 7 - 2 - 9 - 1	1 - 9 - 2 - 7 - 3 - 6
8.	8 - 1 - 5 - 2 - 4 - 3 - 6	6 - 3 - 4 - 2 - 5 - 1 - 8
	4 - 3 - 7 - 9 - 2 - 8 - 1	1 - 8 - 2 - 9 - 7 - 3 - 4
9.	3 - 1 - 7 - 9 - 4 - 6 - 8 - 2	2 - 8 - 6 - 4 - 9 - 7 - 1 - 3
	9 - 8 - 1 - 6 - 3 - 2 - 4 - 7	7 - 4 - 2 - 3 - 6 - 1 - 8 - 9

Liste des bonnes réponses (Ordre croissant)

Item	Essai	Bonne réponse
Ex.A.	3 - 1	1 - 3
	8 - 6	6 - 8
Ex.B.	5 - 2 - 4	2 - 4 - 5
	4 - 3 - 3	3 - 3 - 4
1.	4 - 1	1 - 4
	3 - 2	2 - 3
2.	5 - 2 - 7	2 - 5 - 7
	1 - 8 - 6	1 - 6 - 8
3.	7 - 5 - 8 - 1	1 - 5 - 7 - 8
	4 - 2 - 9 - 3	2 - 3 - 4 - 9
4.	1 - 5 - 6 - 2 - 8	1 - 2 - 5 - 6 - 8
	2 - 8 - 4 - 7 - 9	2 - 4 - 7 - 8 - 9
5.	3 - 3 - 6 - 1 - 5	1 - 3 - 3 - 5 - 6
	4 - 9 - 4 - 6 - 9	4 - 4 - 6 - 9 - 9
6.	8 - 5 - 2 - 5 - 3 - 7	2 - 3 - 5 - 5 - 7 - 8
	6 - 1 - 4 - 7 - 9 - 3	1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 9
7.	9 - 7 - 9 - 6 - 2 - 6 - 8	2 - 6 - 6 - 7 - 8 - 9 - 9
	3 - 1 - 7 - 5 - 1 - 8 - 5	1 - 1 - 3 - 5 - 5 - 7 - 8
8.	6 - 9 - 6 - 2 - 1 - 3 - 7 - 9	1 - 2 - 3 - 6 - 6 - 7 - 9 - 9
	1 - 4 - 8 - 5 - 4 - 8 - 7 - 4	1 - 4 - 4 - 4 - 5 - 7 - 8 - 8
9.	2 - 5 - 7 - 7 - 4 - 8 - 7 - 5 - 2	2 - 2 - 4 - 5 - 5 - 7 - 7 - 7 - 8
	9 - 1 - 8 - 3 - 6 - 3 - 9 - 2 - 6	1 - 2 - 3 - 3 - 6 - 6 - 8 - 9 - 9

Annexe 12 : Répartition géographique des participants parlants l'arabe en seconde langue



Annexe 13 : Répartitions des locuteurs selon la famille de leur seconde langue

