

---

## Métacognition dans la petite enfance

**Auteur :** Counasse, Célia

**Promoteur(s) :** Geurten, Marie

**Faculté :** Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

**Diplôme :** Master en sciences psychologiques, à finalité spécialisée en psychologie clinique

**Année académique :** 2023-2024

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/19468>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

# Métacognition dans la petite enfance

Promotrice : Marie GEURTEN

Lectrices : Christine BASTIN et Laurence ROUSSELLE

Mémoire présenté à la faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'éducation de  
l'Université de Liège par

**Célia COUNASSE**

*En vue de l'obtention du grade de master en Sciences Psychologiques à finalité spécialisée en Psychologie  
Clinique, filière Neuropsychologie Clinique*

Année académique 2023-2024



## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers toutes les personnes qui m'ont apporté tantôt leur collaboration tantôt leur soutien, sous diverses formes.

Je remercie ma promotrice de mémoire, Madame Marie Geurten, pour son accessibilité, sa disponibilité, sa bienveillance ainsi que pour ses conseils et tous ses enseignements.

Merci aux deux lectrices de ce mémoire, Mesdames Christine Bastin et Laurence Rousselle, pour l'intérêt porté à celui-ci et au temps consacré à sa lecture.

Un grand merci aussi à Marion Gardier pour m'avoir fait partager avec elle, en tant qu'observatrice, plusieurs testings, bien particuliers, que sont les testings avec les tout petits de 18 mois; ce fut enrichissant.

Toute ma reconnaissance également envers les parents de tous les enfants participants qui, bien que ne me connaissant pas personnellement pour la plupart, m'ont néanmoins apporté leur collaboration, m'ont ouvert la porte de leur domicile et m'ont consacré une partie de leur temps, le plus souvent le week-end.

Et surtout, un énorme merci aux enfants, petits et grands, sans lesquels rien n'aurait été faisable et qui se sont montrés très collaborant, appliqués et impliqués et de bonne volonté.

Enfin, je remercie mes proches et particulièrement ma mère, pour m'avoir, du début jusqu'à la fin, supportée, dans tous les sens du terme, m'avoir encouragée et s'être montrée patiente et compréhensive.

Merci à vous tous !



# TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
2. INTRODUCTION THÉORIQUE.....	3
2.1. Bases théoriques sur la métacognition.....	3
2.1.1. Définition.....	3
2.1.2. Modèle théorique de la métacognition.....	4
2.2. Développement de la métacognition.....	11
2.2.1. Développement du monitoring métacognitif.....	12
2.2.2. Développement du contrôle métacognitif.....	15
2.2.3. Développement de la métacognition via des paradigmes implicites.....	18
2.3. Résumé de l'introduction théorique.....	22
3. OBJECTIFS & HYPOTHÈSES.....	23
3.1. Création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24,30 et 36 mois.....	23
3.2. Évolution des capacités métacognitives entre 24 et 36 mois.....	24
3.3. Relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive.....	25
4. METHODOLOGIE.....	28
4.1. Participants.....	28
4.2. Matériel.....	29
4.3. Procédure.....	30
4.3.1. Tâche de reconnaissance mnésique.....	30
4.3.2. Tâche Go-nogo du chat botté.....	32
4.4. Mesures.....	33
4.4.1. Mesure mnésique.....	33
4.4.2. Mesure de métacognition.....	33
4.4.3. Mesure exécutive.....	33
5. RÉSULTATS.....	34
5.1. Analyses préliminaires.....	34
5.1.1. Normalité.....	34
5.1.2. Effet du niveau socio-économique.....	35
5.2. Analyses principales des données.....	35
5.2.1. Analyses par hypothèse.....	36
6. DISCUSSION.....	41
6.1. Retour sur les hypothèses.....	41
6.1.1. Création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24,30 et 36 mois.....	41
6.1.2. Évolution des capacités métacognitives entre 24 et 36 mois.....	45
6.1.3. Relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive.....	51

6.2. Limites et proposition d'amélioration .....	56
6.2.1. Échantillon.....	56
6.2.2. Design.....	57
6.2.3. Méthodologie.....	57
7. CONCLUSIONS .....	59
8. BIBLIOGRAPHIE.....	61

# 1. Introduction générale

Chaque jour, chaque être humain réalise des centaines, voire des milliers, d'activités cognitives, dans sa vie quotidienne. Afin d'optimiser sa performance lors de ces différentes opérations mentales, l'individu va devoir réfléchir et agir sur sa propre cognition, en se contrôlant et s'évaluant pour pouvoir atteindre les objectifs qu'il s'est fixés. Les processus mentaux impliqués dans la surveillance et le contrôle de la cognition font référence à ce que l'on appelle « Métacognition » (Flavell, 1979).

Le fonctionnement et le développement des habiletés métacognitives ont été largement étudiés dans la littérature scientifique, chez les personnes adultes et chez les enfants d'âge scolaire car il est apparu que la métacognition présente plusieurs intérêts pédagogiques, sert à assurer plus de réussite dans la gestion des tâches, à améliorer le transfert des connaissances et donc, à favoriser la réussite scolaire et le développement de la motivation ainsi que de l'estime de soi (Doly, 2006).

Toutefois, actuellement, peu d'études ont investigué le développement de la métacognition dans la petite enfance. En effet, jusqu'à il y a peu, les résultats des différentes études réalisées montraient une apparition plutôt tardive de la métacognition au cours du développement de l'enfant (Lockl & Schneider, 2002). En raison de l'utilisation de paradigmes d'évaluation qui n'étaient pas adaptés pour des jeunes enfants, les résultats de ces travaux ont été récemment remis en question et de nouveaux paradigmes d'évaluation adaptés aux enfants d'âge préscolaire ont vu le jour, permettant des études plus précoces de la métacognition. A ce jour, cependant, peu d'études ont examiné les changements liés à l'âge dans ces habiletés métacognitives précoces, la plupart des recherches se focalisant sur l'examen de la métacognition à un moment précis du développement.

Dans ce contexte, l'objectif principal du présent travail était d'étudier le développement de la métacognition de manière transversale, au sein de différents groupes d'âge appartenant à la petite enfance (24, 30 et 36 mois) et de déterminer si une différence en terme de performance métacognitive pouvait apparaître en utilisant un paradigme adapté aux différents groupes d'enfants.



La première partie de ce mémoire sera consacrée à l'exposé des éléments théoriques et des données de la littérature scientifique dans le domaine de la métacognition. Nous examinerons comment se développe la métacognition tant implicite qu'explicite, que ce soit pour le monitoring et pour le contrôle. Cette première partie d'introduction théorique nous permettra d'ouvrir la réflexion sur les hypothèses de recherches ainsi que sur les objectifs de ce mémoire. Ensuite, nous décrirons la méthodologie que nous avons employée. Enfin, nous exposerons les résultats de nos expérimentations et nous en discuterons, avant de passer à la conclusion générale de ce travail.

## 2. Introduction théorique

### 2.1. Bases théoriques sur la métacognition

#### 2.1.1. Définition

La **métacognition** est un terme bien connu, étudié et utilisé dans le domaine de la psychologie et de l'éducation. John H. Flavell, psychologue américain spécialisé dans le développement cognitif des enfants, a proposé une définition et une explication du terme de « métacognition » dans la littérature scientifique, en 1976 :

*« La métacognition se réfère aux connaissances du sujet sur ses propres processus et produits cognitifs. Elle renvoie aussi au contrôle actif, à la régulation et à l'orchestration de ces processus »* (Flavell, 1976, cité et traduit par Doly, 2006).

En d'autres termes, la métacognition concerne l'ensemble des connaissances et processus permettant aux individus de réfléchir et de réguler leurs propres processus mentaux.

Ainsi, les individus peuvent recueillir de nouvelles informations pertinentes ou encore bien réfléchir sur leurs connaissances et faire de bons choix dans leur performance et leur fonctionnement cognitif.

C'est ainsi qu'il a été montré que la métacognition joue un rôle important dans l'apprentissage tant dans la communication orale que dans la compréhension orale/de la lecture, l'écriture, l'attention, la mémoire, la résolution de problème, etc., donnant ainsi de bonnes capacités cognitives à la personne (Flavell, 1979).

Ainsi, plusieurs études ont montré une influence positive des capacités métacognitives sur les activités cognitives.

Par exemple, la méta-analyse de Wang et al. (1990), qui est une synthèse de la recherche qui explorait les variables influençant l'apprentissage chez les élèves, fait apparaître l'importance primordiale des éléments métacognitifs, comprenant la surveillance de la compréhension (planification, évaluation des stratégies d'apprentissage), l'autorégulation, les stratégies de maîtrise de soi (contrôle de l'attention) et l'utilisation de stratégies.

Ensuite, il y a l'étude de Bosson et al. (2009) qui avait pour objectif d'explorer le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des enfants en difficultés d'apprentissage, à l'aide d'un programme d'intervention. Ce programme consistait à demander aux enfants de penser à voix haute, à les questionner en vue de les amener à réfléchir sur les

stratégies utilisées, les tâches en cours d'exécution et les difficultés rencontrées dans l'accomplissement de celles-ci. Il est apparu qu'à la suite de ce programme développant la métacognition, ces enfants en difficultés se sont nettement améliorés dans la réalisation de ces tâches. Dès lors, la métacognition s'avère être un facteur important dans la vie scolaire pouvant améliorer le comportement stratégique chez certains élèves en difficultés en favorisant une réflexion métacognitive sur l'utilité des stratégies utilisées et des stratégies efficaces.

Par ailleurs, l'un des domaines cognitifs qui est le plus étudié est la mémoire lequel serait lié à la métacognition. En effet, il a été démontré que la métacognition pouvait être impliquée dans l'amélioration de la mémoire et notamment de la mémoire épisodique chez les enfants (Geurten & Willems, 2016). Ainsi, les enfants utiliseraient les capacités métacognitives pour réfléchir à leurs opérations mentales afin d'améliorer leur performance.

Enfin, des liens entre la métacognition et les fonctions exécutives ont été également perçus dans des études. Par exemple, l'étude de Roebers et al. (2012) a voulu examiner les relations entre les capacités métacognitives et les fonctions exécutives chez des enfants d'âge primaire et il en est ressorti que les fonctions exécutives sont liées significativement au contrôle métacognitif. De plus, il est apparu que ces derniers prédisent les résultats scolaires et peuvent y contribuer. Ces résultats sont confirmés par ceux de l'étude de Bryce et al. (2014) : cette dernière énonce que les fonctions exécutives contribuent à la capacité des jeunes enfants à utiliser leurs compétences métacognitives de manière appropriée.

La métacognition a donc un rôle essentiel dans les apprentissages et la performance cognitive. Eu égard à son rôle majeur et particulièrement étendu au niveau de multiples acquisitions, le développement de la métacognition devient dès lors un domaine d'investigation prometteur.

### 2.1.2. Modèle théorique de la métacognition

Sur base des travaux pionniers de Flavell (1976,1979) et afin de rendre compte du fonctionnement et de l'architecture des différentes composantes métacognitives, Nelson et Narens (1990) ont proposé un modèle de la métacognition qui est encore largement utilisé aujourd'hui.

Ce modèle métacognitif a pour but de comprendre le fonctionnement de la métacognition de façon dynamique.

Nous nous sommes basés sur le modèle proposé par Nelson & Narens (1990,1994) et adapté par Van Overschelde (2008) pour illustrer nos propos (Figure 1).

Selon ces auteurs, la métacognition permet d'avoir une représentation la plus exacte possible de l'activité en cours, afin de pouvoir mettre en place des stratégies et des comportements de régulation visant à améliorer cette activité en cours de réalisation.

Dans la configuration du modèle choisi, le système métacognitif est composé de deux niveaux dynamiques et interconnectés : le niveau « objet » (ou niveau 1) qui correspond aux opérations cognitives que la personne est occupée à réaliser (=opération mental en cours) et le niveau « métacognitif » (ou niveau 2) qui a pour objectif de créer une représentation la plus exacte possible des opérations en cours.

Entre ces deux niveaux, un transfert d'informations de type *bottom-up* du niveau « objet » vers le niveau « métacognitif » se réalise afin de créer une représentation mentale précise de l'activité cognitive en cours. Cette représentation de l'activité se fait sur base d'informations qui seront observées et intégrées via l'observation et l'évaluation de l'activité cognitive. Ce transfert d'informations s'appelle le « processus de monitoring ».

En retour, le système « métacognitif » a un contrôle sur le niveau « objet », ce qui permet de modifier son état et de l'améliorer si cela est nécessaire. C'est ce qu'on appelle le « processus de contrôle ».

Donc, la métacognition est un concept composé de trois processus différents : le monitoring métacognitif, le contrôle métacognitif et le répertoire métacognitif.

Ces différents processus vont être définis et illustrés ci-après.

### A. Monitoring métacognitif

Le premier processus est le mécanisme ascendant de surveillance (« Monitoring ») qui renvoie à la surveillance des opérations mentales en cours et dès lors, à l'évaluation de l'état actuel de cette opération cognitive afin que la personne puisse juger la réalisation de l'activité cognitive en cours (Dunlosky & Metcalfe, 2009).

Son objectif est donc de collecter des données concernant l'opération en cours afin de créer une représentation précise et détaillée de celle-ci : quel genre d'activité est en cours, comment elle est menée, etc.

Les processus de monitoring font référence à la capacité de l'individu à s'auto-observer et à évaluer sa propre performance, par exemple : juger si on est proche ou non de la bonne solution à un problème ou évaluer si on comprend bien ce qu'on lit, etc.

Pour mesurer le processus de « monitoring », différents paradigmes d'évaluation ont été utilisés dans la littérature. La plupart nécessitent de demander aux participants de juger leur propre performance à une épreuve.

Tout d'abord, il existe deux manières de procéder pour évaluer le monitoring.

Premièrement, il y a *l'évaluation globale* qui est le fait de demander au participant, quand il a terminé l'épreuve, s'il pense avoir réussi et de donner par exemple un pourcentage d'items de la tâche qu'il pense avoir réussis. A la suite de cela, un score de calibration est réalisé dans lequel on compare le nombre de réponses correctes qu'a vraiment le participant et combien il en a prédit. Plus la différence entre les deux est petite, mieux c'est.

Deuxièmement, il y a *l'évaluation item par item* où, après chaque item de la tâche, il est demandé au participant s'il pense avoir réussi ou pas, ce qui amène à un score de résolution où on regarde si, pour chaque item, le participant a bien réussi à discriminer une réponse correcte d'une réponse incorrecte. On parle de résolution car le participant arrive non seulement à dire combien de réponses sont justes ou pas mais aussi à savoir quelles sont les réponses justes ou pas.

Par analogie, à la sortie d'un examen, un élève peut dire qu'il a réussi ou échoué mais sans savoir exactement où. Cela est plus un sentiment général mais un autre élève pourra pour sa part dire que telle réponse était correcte ou incorrecte pour telle question. Le premier élève réalise une évaluation globale alors que le deuxième élève effectue plutôt une évaluation item par item.

Ensuite, ce jugement peut être classé selon plusieurs types.

Tout d'abord, le jugement peut être de nature prospective, ce qui consiste à émettre une prédiction sur sa performance à venir, en amont de la tâche. Pour procéder à cette évaluation, deux mesures sont particulièrement utilisées : le jugement d'apprentissage (*Judgement of Learning-JOL*) qui est la prédiction de performance future pour des informations qui viennent d'être apprises et le jugement de facilité d'apprentissage (*Ease-of-Learning*) qui est la prédiction sur la facilité avec laquelle la personne pourra acquérir et conserver certains éléments d'informations.

En outre, il existe aussi l'évaluation rétrospective qui a pour but d'estimer sa performance après réalisation de la tâche. Les exemples-types de mesure de cette évaluation sont le *sentiment de confiance* où l'individu doit juger son niveau de confiance quant à sa réponse après avoir formulé celle-ci ainsi que le *sentiment de savoir (Feeling of Knowing)* où l'individu a déjà

essayé de récupérer l'information mais il a l'impression qu'il connaît la réponse sans parvenir à la donner (Mariné & Huet, 1998).

De manière générale, il est observé que les personnes disposant de bonnes capacités métacognitives de monitoring émettent des jugements de confiance d'un niveau plus élevé, plus sûrs avant/après des réponses correctes et des jugements de confiance d'un niveau moindre et moins sûrs avant/après des réponses incorrectes.

Néanmoins, il est possible qu'une différence de performance au niveau cognitif ait un impact sur l'exactitude métacognitive.

En effet, l'étude de Fleming & Lau (2014) évoque que la sensibilité métacognitive, qui est la mesure dans laquelle la capacité de confiance fait la distinction entre essais corrects et incorrects, est couramment affectée par le rendement de la tâche. Ainsi, une personne pourrait avoir une plus grande sensibilité et donc une évaluation plus exacte de sa performance sur une tâche facile par rapport à une tâche difficile.

De plus, l'exactitude de cette sensibilité est importante pour pouvoir orienter correctement la prise de décision et d'action d'un individu (Fleming et al., 2010).

Afin de contrer une différence de performance dans une tâche cognitive et avoir un effet sur la sensibilité métacognitive, une procédure d'adaptation de performance doit être appliquée.

Dans l'étude de Fleming et al. (2014), les chercheurs ont utilisé la procédure d'escalier de Levitt (1971) afin de pouvoir ajuster le niveau de difficulté de la tâche perceptuelle, dans le but de voir s'il y a une atteinte métacognitive spécifique à la suite de lésions préfrontales antérieures. Ainsi, cette procédure à deux étages implique que la difficulté augmente d'un niveau à la suite de deux réponses correctes consécutives et diminue d'un niveau après deux réponses incorrectes consécutives. Cela a pour effet de maintenir une précision à un niveau d'environ 70% de taux de réussite (Levitt, 1971).

Par conséquent, il est essentiel de maintenir un niveau de difficulté de performance dans une tâche afin de ne pas impacter l'exactitude métacognitive.

Dans le but d'avoir la meilleure représentation de l'activité en cours, un stock de connaissances présentes au niveau « métacognitif » (niveau 2) vont être utilisées. C'est ce qu'on appelle le répertoire métacognitif.

## B. Répertoire métacognitif

Dans ce répertoire, se trouvent les connaissances métacognitives qui sont les connaissances de l'individu sur la cognition, qui se composent de faits, de croyances et de souvenirs concernant le fonctionnement de l'activité cognitive qui se réalise (Dunlosky & Metcalfe, 2009).

Ces connaissances peuvent être exactes, incomplètes voire erronées et peuvent alors impacter l'atteinte d'objectifs.

Elles concernent toutes les informations qu'une personne possède sur ses propres processus cognitifs (ses forces, ses faiblesses, sa façon d'apprendre) et sur les propriétés de fonctionnement cognitif de l'être humain en général ainsi que sur la tâche en elle-même (la nature et le contexte de la tâche, son exigence, son utilité) (Livingston, 1997).

Toutes ces connaissances seront utilisées pour améliorer et expliquer la représentation de l'activité cognitive conçue grâce aux informations recueillies par le processus de monitoring métacognitif.

De plus, ces connaissances métacognitives sont également composées de connaissances de stratégies cognitives et métacognitives qui permettent de savoir quelles méthodes sont efficaces, quelle est la manière de les utiliser pour mener une activité à bien ainsi que leurs possibles conséquences (Livingston, 1997).

Ainsi, le répertoire métacognitif et plus globalement le niveau « métacognitif » œuvre pour un écart moindre entre la performance actuelle et la performance souhaitée. Donc, ce niveau « métacognitif » constitue le lieu de la prise de décision sur les possibles actions à entreprendre pour atteindre l'état désiré (Van Overschelde, 2008).

Enfin, après que la représentation plus ou moins complète et précise de la tâche ait été créée, des stratégies de contrôle vont être sélectionnées afin d'améliorer la performance de la tâche.

## C. Contrôle métacognitif

Vient alors le dernier mécanisme : le mécanisme descendant de régulation (« control »).

Le contrôle métacognitif comprend tous les processus permettant de réguler l'activité cognitive en cours avec des stratégies, afin d'optimiser le résultat de l'opération cognitive en cours (Dunlosky & Metcalfe, 2009).

Il va donc guider ou modifier les processus cognitifs dans la tâche en cours.

Ce contrôle métacognitif peut se présenter de différentes manières : l'arrêt de l'activité, le changement de processus cognitifs en cours de route ou la décision de poursuivre ce processus. Ainsi, la personne peut davantage faire preuve de ressources attentionnelles à la tâche en cours et de planification, se questionner pour tester sa compréhension, modifier ses stratégies d'apprentissage, ... (Le Berre et al., 2009 ; Saint-Pierre, 2007).

Donc, chaque stratégie utilisée pour améliorer sa performance est une action de contrôle.

Ces processus de contrôle s'exercent par des expériences métacognitives qui sont des réflexions conscientes sur ce que l'individu est en train de faire et qui activent des connaissances métacognitives sur la tâche, les stratégies utilisées, ... (Doly, 2006). Ces expériences sont importantes car elles permettent à l'individu d'agrandir son répertoire de connaissances et de développer de nouvelles stratégies de régulation/contrôle (Frenkel, 2014).

Pour ce qui est de la mesure de contrôle ou de régulation, celle-ci concerne toutes les stratégies émises par le sujet pour réguler sa performance.

Dans les études, cette évaluation de contrôle se fait de différentes façons : possibilité pour le participant de retirer des réponses (Balcomb & Gerken, 2008), de refuser de répondre (Lyons Ghatti, 2013), de revoir certains éléments (Son, 2005), de demander de l'aide ou un indice (Geurten & Bastin, 2019), ...

Dès lors, ces données proviennent de l'intervention de l'expérimentateur à partir soit d'informations verbales données par le participant pendant ou après la tâche cognitive soit de comportements non-verbaux lors de l'activité cognitive (Le Berre et al., 2009).

Ainsi, une personne ayant de bonnes capacités de contrôle parvient à bien réguler l'activité cognitive en cours et à mettre en place de bonnes stratégies, afin d'atteindre l'objectif fixé et à réussir ce qu'elle voulait alors qu'une personne avec de mauvaises capacités n'établira pas de bonnes stratégies et n'arrivera pas à l'objectif souhaité.



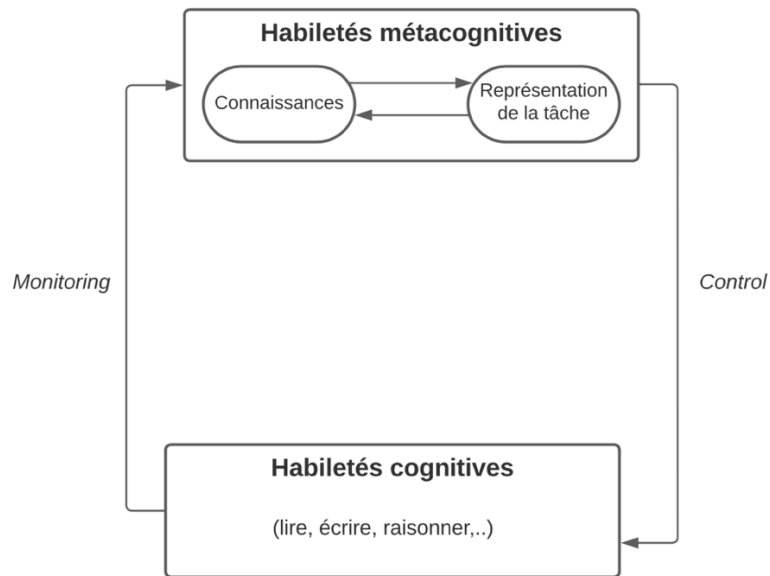


Figure 1. Modèle métacognitif de Nelson & Narens (1990, 1994)

Néanmoins, comment interagissent ces processus de monitoring et de contrôle et quel est leur impact sur la performance et l'apprentissage ?

L'étude de Son & Schwartz (2002) dit que les stratégies métacognitives pendant la récupération, que ce soit par exemple récupérer une réponse à une question d'examen, récupérer le nom d'une personne croisée récemment, semblent importantes pour les individus à n'importe quel stade de l'apprentissage. Ces stratégies de contrôle peuvent améliorer la performance.

Ainsi, l'étude de Roebers et al. (2014) a été réalisée afin d'analyser les interrelations entre le monitoring métacognitif et les processus de contrôle, pour tester la performance chez des enfants d'âge primaire (9 et 11 ans).

L'étude consistait à présenter aux enfants deux fois, à intervalle d'une semaine, un film en disant qu'un test sur le contenu du film leur serait donné. Le test consistait à devoir compléter des textes à trous en lien avec des déclarations sur le contenu du film.

Pour évaluer les capacités de monitoring métacognitif, les enfants devaient, après chaque réponse, donner un jugement de confiance sur une échelle de Likert de 1 (=absolument peu confiant) à 7 (=très confiant). Ensuite, les enfants avaient la possibilité de biffer les réponses qu'ils pensaient incorrectes, ce qui permettait d'évaluer le contrôle métacognitif.

L'hypothèse était d'observer une interrelation plus étroite entre le suivi, le contrôle et la performance, chez les enfants plus âgés par rapport aux plus jeunes.

Les résultats sont que les plus âgés ont montré une performance de surveillance métacognitive supérieure car ils donnaient des jugements de confiance plus faibles pour les réponses

incorrectes et pour ce qui est du contrôle métacognitif, ils retenaient plus de réponses correctes qu'incorrectes, par rapport aux plus jeunes.

Donc, il y a une interaction plus étroite, plus sophistiquée et croissante entre le suivi métacognitif, le contrôle et la performance, au fil de l'âge.

## 2.2. Développement de la métacognition

Plusieurs études dont certaines seront développées plus en détail par la suite (Lockl & Schneider, 2002 ; Goupil et al., 2016 ; Geurten & Bastin, 2019) ont montré que les enfants d'âge scolaire ont des capacités métacognitives robustes et que leur précision à les utiliser s'améliorait au cours de leur développement jusqu'à l'âge adulte.

En effet, ceux-ci disposent de connaissances et de stratégies à mettre en place dès l'âge scolaire, qui se développent et atteignent leur maximum à l'âge adulte.

Toutefois, les données issues de la littérature scientifique sont moins précises, moins claires et moins établies concernant les enfants plus jeunes.

Des études réalisées jusqu'à récemment ont démontré que les jeunes enfants avaient de bonnes capacités d'apprentissage mais des capacités métacognitives faibles (Flavell, 1999 ; Schneider, 2008 ; Sodian et al. 2012, cité par Goupil et al., 2016).

En effet, les enfants d'âge scolaire ne semblent pas capables de fournir des jugements métacognitifs précis ainsi que de verbaliser leurs propres états de connaissance et auraient tendance à surestimer leurs propres performances et connaissances (Ghetti et al., 2013 ; Goupil et al., 2016).

Ainsi, la métacognition ne fut pas reconnue aux enfants d'âge préscolaire puisqu'ils avaient de faibles capacités à dire verbalement leur propre état mental (Goupil & Kouider, 2016).

C'est pourquoi, les études en question ont conclu que les capacités métacognitives n'apparaissent que plus tard et n'exercent pas une influence sur les performances cognitives avant l'âge scolaire.

Néanmoins, il est apparu que des enfants plus jeunes réalisaient des stratégies d'apprentissage autoguidées pouvant impliquer la métacognition (Goupil et al., 2016).

Par exemple, les jeunes enfants peuvent hausser les épaules lorsqu'ils ne savent pas répondre ou ne sont pas sûrs de leur réponse, pointer du doigt un objet de manière interrogative ou encore aller chercher de l'aide auprès de l'adulte.

Une des explications fournies est que ces études appuyaient leurs résultats sur des rapports verbaux et explicites pour évaluer les habiletés métacognitives (métacognition dite « explicite ») mais ne les fondaient pas sur des habiletés non-verbales ou comportementales (métacognition dite « implicite »).

Dès lors, il fut avancé que la métacognition ne se limitait pas à juste des manifestations explicites mais impliquerait aussi des manifestations implicites de surveillance et de régulation.

Donc, les chercheurs ont suggéré que la métacognition était présente bien avant l'âge scolaire mais qu'elle était décelable par l'observation de comportements implicites plutôt que par des évaluations explicites.

Dès lors, de nouvelles études ont été menées en utilisant des mesures métacognitives non-verbales adaptées aux enfants en bas âge. Nous allons en décrire quelques-unes.

### 2.2.1. Développement du monitoring métacognitif

Concernant le développement du « monitoring » métacognitif, la majorité des études ont examiné le développement de celui-ci chez l'enfant, à l'aide de paradigmes verbaux nécessitant de la part de ce dernier une réflexion consciente et délibérée sur son propre fonctionnement (c'est-à-dire via des jugements verbaux).

Dans l'étude de Schneider et al. (2000), les chercheurs ont étudié les capacités de suivi de la mémoire des jeunes enfants (4-6-8-10 ans) en réalisant une évaluation prospective à l'aide d'une tâche de jugement d'apprentissage (JOL). Dans cette étude, les enfants devaient apprendre des paires d'objets concrets, non liés, présentés sur des cartes d'images colorées et se rappeler le deuxième mot d'une paire donnée lors de la présentation de l'image du premier mot de cette paire. Ainsi, le jugement d'apprentissage consistait soit à demander aux enfants s'ils seraient toujours capables de se rappeler le deuxième mot de la paire dans les dix minutes suivant l'étude de l'item (condition JOL immédiat) soit de leur demander s'ils se souviendraient du deuxième mot de la paire environ dix minutes après avoir étudié toutes les paires d'items avec un délai de 2 minutes entre l'étude de l'item et le JOL (condition JOL différé). Ensuite, dans les deux conditions, un JOL global était réalisé où on demandait aux enfants combien d'items ils étaient capables de retenir correctement au total.

Il en est ressorti une tendance développementale où les JOL globaux étaient encore trop optimistes chez les enfants de 8 ans par rapport aux plus âgés (10 ans) ainsi que le constat que les enfants de maternelles présentaient un plus grand excès de confiance que les écoliers.

En outre, Lockl & Schneider (2002) ont notamment réalisé une étude afin d'en savoir plus sur le développement du monitoring dans le contexte d'une tâche de mémoire chez des enfants âgés entre 7 et 10 ans. Cette étude a utilisé comme évaluation le jugement « sentiment de savoir ». Plus concrètement, les enfants devaient d'abord définir verbalement plusieurs mots provenant d'un test de vocabulaire afin de pouvoir choisir les mots cibles à présenter par la suite et ensuite, ils devaient évaluer leur confiance en leur capacité à sélectionner une image qui se référait à un mot défini auparavant parmi un groupe de quatre images. Ce jugement variait de 1 (« Je ne sélectionnerai sûrement pas la bonne photo ») à 4 (« Je sélectionnerai sûrement la bonne photo »).

Il est ressorti de cette étude un effet significatif du groupe d'âge au niveau du jugement : les évaluations des enfants plus âgés sont plus précises, correctes que celles des enfants plus jeunes. L'on observe dès lors une tendance au développement des capacités métacognitives, plus précisément du monitoring, avec l'âge.

Par la suite, les résultats des études décrites ci-avant ont été répliqués dans la littérature (Ghetti, 2008 ; Koriat et al., 2001), suggérant un développement progressif de ces processus de monitoring avec l'âge, avec un développement critique à partir de la moyenne enfance.

Dès lors, la majorité des recherches ont exclu les jeunes enfants car les opinions générales étaient que les jeunes enfants avaient des compétences métacognitives extrêmement limitées.

Toutefois, les résultats de certaines recherches ont montré que les jeunes enfants sont peut-être plus conscients de leur activité mentale qu'on ne le pensait (Lyons & Ghetti, 2010).

Par exemple, Cultice et al. (1983) ont voulu étudier la capacité de surveillance de la mémoire chez des enfants de 4 et 5 ans en portant des jugements conscients (en jugeant qu'ils seraient capables de reconnaître les noms de camarades dont ils ne se souviennent pas sur le moment, c'est-à-dire un sentiment de savoir). Il est apparu de cette étude que les enfants d'âge préscolaire étaient capables de surveiller leur mémoire en recherchant des noms avec un degré de précision important. Donc, les enfants de 4 ans peuvent s'introspecter et faire preuve de surveillance métacognitive.

A la suite de cela, d'autres études se sont penchées sur la surveillance métacognitive chez les jeunes enfants et ont utilisé des paradigmes différents, plus implicites et ne demandant pas de réponse verbale, afin de s'adapter aux compétences de ceux-ci.

Ainsi, une étude de Lyons & Ghetti (2013) a été menée afin de voir si les jeunes enfants de 3,4 et 5 ans sont capables d'introspecter leur incertitude, à l'aide d'une tâche d'identification perceptuelle. Cette tâche consistait à demander aux enfants de déterminer lequel entre deux dessins représentait un élément cible (par exemple : où est le lit ?). Dans la condition de rapport forcé, l'enfant était obligé de donner une réponse et dans l'autre condition de rapport libre, l'enfant pouvait s'abstenir de répondre en choisissant l'option « pas choisir ».

Ensuite, le jugement de confiance était réalisé en utilisant une échelle picturale de confiance à deux points (donc un jugement fait de manière non-verbale) où des personnages représentaient soit la confiance soit le doute, l'enfant devant sélectionner le personnage de confiance lorsqu'il était « vraiment sûr » et le doute lorsqu'il n'était « pas si sûr » de sa réponse.

Les résultats de cette étude ont montré que les enfants, dès 3 ans, étaient aptes à utiliser de manière efficace une échelle non-verbale et émettaient des jugements de confiance plus élevés lors de réponses correctes qu'incorrectes, à la tâche d'identification perceptive ainsi que les enfants, de tout âge, étaient plus précis pour le test de rapport libre que pour celui de rapport forcé. Concernant la trajectoire développementale, une amélioration de l'exactitude de ces jugements avec l'âge était également observée. Donc, les enfants d'âge préscolaire sont capables d'introspecter leur incertitude.

Par ailleurs, une étude de Hembacher & Ghetti (2014) s'est aussi intéressée au monitoring métacognitif avec des enfants âgés de 3 à 5 ans, à l'aide cette fois d'une tâche mnésique.

Dans cette étude, une présentation de paires d'images avec une déjà étudiée et une nouvelle a été soumise aux enfants. Ensuite, il a été demandé aux participants de sélectionner l'image vue précédemment et de répondre à une échelle de confiance en choisissant le visage de confiance faible (quand l'enfant est « pas si sûr »), confiance moyenne (quand il est « plutôt sûr ») et confiance élevée (quand il est « vraiment sûr »).

Les résultats de l'étude ont indiqué la présence de capacités de monitoring explicite chez les enfants de 4 et 5 ans mais pas chez ceux de 3 ans. En effet, les enfants de 4-5 ans étaient plus confiants après avoir donné une réponse correcte qu'après avoir fourni une réponse incorrecte. Cette étude montre que les enfants de 4 et 5 ans peuvent explicitement observer leur incertitude dans une tâche de mémoire.

Il apparait donc que les enfants âgés de 3 ans sont capables d'introspecter leur incertitude sur des décisions perceptuelles mais ont du mal à surveiller leur incertitude concernant des décisions de mémoire. Cette nuance peut s'expliquer par le fait que la capacité de surveillance peut dépendre du domaine cognitif évalué (Ghetti et al., 2013 ; Hembacher & Ghetti, 2014).

### 2.2.2. Développement du contrôle métacognitif

Concernant le développement du « contrôle » métacognitif, les études ont d'abord analysé le développement de celui-ci chez des enfants d'âge scolaire ce, à l'aide de paradigmes verbaux.

Ainsi, Son (2005) a testé, sur des enfants de 6 ans, deux tâches mnésiques examinant les capacités de contrôle métacognitif.

Dans l'expérience 1, les enfants devaient étudier une liste de paires de mots synonymes (ex : '*mad-angry*') pour un test ultérieur. Ensuite, un jugement d'apprentissage (JOL) a été réalisé après chaque présentation de paires. Il était demandé aux enfants s'ils pensaient être en mesure de se rappeler le sens du mot si on leur donnait l'autre mot synonyme plus tard. Les jugements étaient faits sur un pointeur où les participants devaient déplacer le pointeur vers la gauche s'ils étaient sûrs qu'ils oublieraient le sens du mot, vers la droite s'ils étaient sûrs de s'en souvenir et vers le milieu s'ils n'étaient pas complètement sûrs ou étaient incertains.

Après chaque jugement, pour évaluer le contrôle métacognitif, les enfants disposaient d'une option soit choisir de revoir la même paire immédiatement (stratégie en masse) soit choisir de revoir à nouveau cette paire après que la liste entière des paires lui ait été présentée (stratégie d'espacement).

Il en est ressorti que les enfants ont plutôt choisi les stratégies en masse que les stratégies d'espacement. Dès lors, ils n'ont pas encore la capacité de prendre des décisions favorisant l'apprentissage à long terme.

Dans l'expérience 2, même étude avec paires de mots synonymes et jugement d'apprentissage mais par contre, après, il était demandé aux enfants de soit lire le mot et la paire était remontrée soit générer le synonyme permettant de revoir le mot et de donner le synonyme du mot montré. Il en a résulté que pour les JOL faibles, les enfants ont choisi plus souvent de lire le mot, pour les JOL élevés, ils ont plutôt choisi de générer les mots et pour les JOL moyens, les choix étaient répartis entre les deux possibilités.

En résumé, les enfants de 6 ans choisissent de réétudier les éléments difficiles et de se tester sur les éléments plus faciles. Cela montre qu'ils peuvent avoir de bonnes décisions métacognitives

mais que ces capacités ne sont pas encore totalement développées pour une bonne prise de conscience des résultats futurs à long terme.

Par la suite, de manière similaire à ce qui a été réalisé pour l'examen du monitoring métacognitif, les auteurs ont peu à peu cherché à développer des paradigmes plus sensibles pour capturer les comportements de régulation précoces des enfants d'âge préscolaire.

Une étude de Balcomb & Gerken (2008) sur la mémoire a été menée sur des enfants de 3 ans et demi qui devaient répondre à une tâche non-verbale. Dans cette étude, les enfants devaient apprendre des paires d'images associées et ensuite, ils avaient la possibilité de faire sauter des éléments grâce à la procédure « opt-out ». La procédure « opt-out » consistait à laisser aux enfants la possibilité de choisir eux-mêmes les items qu'ils ne souhaitaient pas inclure dans un test ultérieur. Une utilisation stratégique de la procédure « opt-out » impliquait de demander à retirer les items pour lesquels, par la suite, une mauvaise réponse risquait d'être donnée, afin d'obtenir une meilleure performance à la tâche. Concrètement, les enfants pouvaient trier les items en mettant ceux-ci, soit dans la boîte où les expérimentateurs iraient piocher plus tard, soit dans la boîte sur laquelle les expérimentateurs ne se pencheraient pas plus tard.

Les résultats ont montré que les enfants étaient capables de sauter des éléments pour lesquels ils n'étaient pas sûrs de leur réponse et qu'ils reconnaissent mieux, lors du test de reconnaissance ultérieur, les éléments qui ont été gardés que ceux qu'ils ont déclinés.

Donc, les enfants de 3 ans et demi présentent des compétences de contrôle de leur mémoire avant même de pouvoir verbaliser leurs connaissances sur leur mémoire.

De manière similaire à l'étude menée par Balcomb et Gerken (2008), Hembacher et Ghetti (2014) ont évalué les habiletés de contrôle métacognitif chez trois groupes d'enfants âgés de 3, 4 et 5 ans à l'aide du paradigme « opt-out » appliqué à une tâche de mémoire.

Lors du test, cependant, tous les items étaient effectivement présentés aux participants de façon à ce que l'expérimentateur puisse déterminer si les enfants ont plus fréquemment donné une bonne réponse pour les items qu'ils souhaitaient garder dans le test (boîte « yeux ouverts »), par comparaison aux items qu'ils voulaient exclure (boîte « yeux fermés »), ce qui serait le signe d'une bonne régulation métacognitive.

Les résultats ont appris que seuls les enfants âgés de 4 et 5 ans (donc pas ceux de 3 ans) ont trié leurs réponses judicieusement par rapport à leur confiance. En effet, les enfants de 4 et 5 ans

ont plus souvent mis les réponses correctes dans la boîte « yeux ouverts » (signe de confiance) et les réponses incorrectes dans la boîte « yeux fermés » (signe de doute).

Néanmoins, quand les auteurs ont limité l'analyse aux réponses exactes, les résultats ont montré que les enfants de 3 ans avaient placé leurs réponses pour lesquelles ils étaient moins confiants dans la boîte « yeux fermés » et dans la boîte « yeux ouverts » celles pour lesquelles ils étaient plus confiants.

Ceci montre que même les enfants de 3 ans savent comment répondre sur base de leur incertitude, avant de savoir évaluer de manière fiable la qualité de leur mémoire.

Enfin, l'étude de Geurten & Bastin (2019) concernait deux groupes d'enfants âgés respectivement de 2 ans et demi et 3 ans et demi auxquels il était demandé de réaliser une épreuve d'identification perceptuelle à choix forcé où, après avoir examiné une image dégradée, ils devaient pointer du doigt, parmi deux possibilités, l'image qu'ils avaient vue précédemment. Après chaque décision, les enfants devaient évaluer explicitement leur confiance en la réponse donnée (processus de monitoring) et pouvaient demander un indice afin de les aider à décider si leur réponse était correcte ou non (processus de contrôle). De plus, il était demandé aux enfants de demander un indice seulement lorsqu'ils estimaient avoir commis une erreur.

L'étude a montré que les enfants, dès l'âge de 2 ans et demi, demandaient plus souvent un indice après une réponse incorrecte qu'après une réponse correcte. Ces résultats indiquent que les enfants sont capables de réguler leurs opérations cognitives malgré le fait que leur jugement de confiance explicite se situe au niveau du hasard. Cela démontrerait que les capacités de contrôle métacognitif émergeraient plus précocement que les habiletés de monitoring.

Donc, il y aurait un développement précoce de la métacognition dite implicite et un développement plus tardif de la métacognition explicite.

En conclusion, l'ensemble des études présentées ici démontre la présence d'un monitoring et d'un contrôle métacognitif qui émergeraient dès l'âge de 4-5 ans et continueraient à s'améliorer tout au long de l'enfance. Avant cet âge, les procédures expérimentales utilisées n'ont toutefois pas permis de mettre en évidence une exactitude métacognitive supérieure au niveau du hasard. Ainsi, cette émergence plus précoce qu'initialement suspectée des habiletés métacognitives a poussé les auteurs à mettre au point des paradigmes de plus en plus sensibles avec recours à une nature de réponse sollicitée de plus en plus implicite, afin de pouvoir capturer les habiletés métacognitives chez les enfants préverbaux.

Nous allons maintenant décrire quelques-unes de ces études.



### 2.2.3. Développement de la métacognition via des paradigmes implicites

L'idée initiale selon laquelle il serait possible de capturer le fonctionnement de la métacognition via des paradigmes d'évaluation plus implicites trouve son origine dans le domaine de la cognition comparée (étude de la cognition animale).

Ainsi, Hampton (2001) a réalisé une étude sur deux singes rhésus afin de voir s'ils pouvaient montrer la présence ou l'absence de mémoire.

Dans cette étude, les singes devaient étudier des images. Ensuite, après chaque image et un délai de temps, les singes pouvaient se trouver dans deux conditions au hasard.

Dans la *condition choix libre*, ils pouvaient choisir soit de passer à un test de mémoire qui était un test de reconnaissance de l'image parmi plusieurs images distrayantes soit de refuser de passer le test.

Dans la *condition choix forcé*, ils étaient obligés de passer le test de reconnaissance.

Dès lors, si le singe choisissait de passer le test et sélectionnait la bonne image, il était récompensé par de la bonne nourriture. S'il ne choisissait pas l'image correcte, il ne recevait rien. Par contre, s'il décidait de ne pas passer le test, il recevait néanmoins une récompense mais de moindre importance et qualité.

L'hypothèse de l'étude était qu'un animal qui se souvient de l'image vue devrait choisir de passer le test et le décliner quand il l'a oubliée.

Les résultats de cette étude ont révélé que les singes donnaient plus de réponses correctes dans les essais où ils choisissaient librement que dans les essais à choix forcé. Ceci indique que les singes déclinaient les tests de mémoire lorsque la mémoire de l'image qu'ils avaient en tête était faible.

Par conséquent, on peut dire que les singes savent quand ils se souviennent et évaluent certains de leurs propres états de connaissances comme le font les humains.

Dès lors, la possibilité d'examiner le fonctionnement métacognitif de manière indirecte a ouvert la voie à des études portant sur les enfants préverbaux.

L'étude de Kim et al. (2016) avait, quant à elle, pour objectif de déterminer si les enfants étaient sensibles à leur propre ignorance lorsqu'on leur demandait d'informer une personne ignorante. Dans cette étude, les enfants se voyaient d'abord soumettre une tâche d'information où il était demandé aux sujets âgés de 3 et 4 ans d'exprimer implicitement leurs états de connaissances

sur le contenu d'une boîte (c'est-à-dire s'ils souhaitaient informer ou non la personne ignorante sur le contenu de la boîte).

Cette tâche était constituée de trois conditions : la *condition ignorance* où il était dit à l'enfant qu'un jouet était placé dans la boîte mais il n'avait pas vu le jouet, la *condition connaissance partielle* où deux jouets lui étaient présentés et il lui était dit que l'un des deux serait mis dans la boîte et enfin, la *condition connaissance complète* où un jouet était présenté à l'enfant auquel il était dit qu'il serait mis dans la boîte.

Après, il a été demandé aux participants s'ils voulaient informer la personne ignorante en disant quel objet était dans la boîte. S'ils refusaient, c'est alors l'expérimentateur qui informait.

Par la suite, une tâche explicite a été réalisée où il a été demandé aux participants de déclarer explicitement ce qu'ils savent (« Savez-vous ce qu'il y a dans la boîte ou ne le savez-vous pas ? »).

Les résultats de cette étude étaient que les enfants acceptaient d'informer la personne ignorante davantage dans la condition partielle que dans la condition ignorance mais ils surestimaient souvent leur connaissance lors de la tâche explicite.

Ainsi, les jeunes enfants évaluaient précisément leur propre ignorance dans leur choix d'informer l'autre. Ils refusaient d'informer l'autre personne quand ils ne savaient pas.

Ensuite, les études de Goupil et al. (2016) et de Goupil & Kouider (2016) consacrées à des nourrissons âgés entre 12 mois et 20 mois, avaient pour but de vérifier, à l'aide d'un paradigme non-verbal, si deux processus métacognitifs étaient déjà présents à l'enfance, à savoir : la confiance en matière de décision et la surveillance des erreurs.

Il était demandé à chaque enfant de pointer du doigt où se trouvait l'objet qui avait été caché plus tôt, devant lui. Plusieurs variables ont été mesurées : le délai entre la disparition de l'objet et le pointage par l'enfant pour le retrouver, la possibilité de demander de l'aide en cas d'incertitude et la durée de persistance post-décisionnelle.

L'hypothèse des chercheurs était qu'une durée de persistance post-décisionnelle (c'est-à-dire le temps pris par l'enfant pour fouiller l'endroit sélectionné afin de trouver l'objet) est plus grande pour les réponses correctes, ce qui est un indicateur de confiance. Par contre, ils s'attendaient à une durée post-décisionnelle moins grande pour des réponses incorrectes. En outre, les chercheurs ont émis l'hypothèse qu'il y aurait une demande d'aide plus fréquente à des niveaux d'incertitude élevés ou lors de délais longs.

Les données montraient que les nourrissons étaient déjà en mesure d'estimer la confiance dans leur décision, de contrôler leurs propres erreurs et d'utiliser des évaluations métacognitives pour réguler le comportement subséquent.

Ainsi, les auteurs rapportent que les enfants de 18 mois cherchaient plus longtemps l'objet dans la boîte quand ils avaient choisi la bonne boîte (Goupil & Kouider, 2016). Par ailleurs, les enfants de 20 mois ont compris, après seulement deux essais, qu'ils pouvaient demander de l'aide afin d'éviter de commettre des erreurs quand ils étaient incertains de l'emplacement de l'objet et de pouvoir alors améliorer leur performance (Goupil et al., 2016).

Donc, les capacités métacognitives seraient fonctionnelles avant même que le nourrisson formule ses premiers mots.

Enfin, l'étude de Bazhydai et al. (2020) visait à déterminer si les enfants de 12 mois cherchaient des renseignements auprès d'adultes bien informés, dans des situations d'incertitude au cours d'une tâche d'apprentissage de mots avec utilisation d'objets familiers et nouveaux pour l'enfant.

L'hypothèse était que les nourrissons chercheraient des informations en cas de besoin, en se basant sur les potentielles informations que pourraient fournir leurs partenaires.

La procédure de l'étude comportait trois phases : la phase de familiarisation, la phase d'entraînement et la phase de test. Lors de ces phases, outre l'enfant, étaient aussi présents une personne qui s'occupe de l'enfant (= « soignant ») et deux expérimentateurs (un informateur et un non-informant).

Dans la phase de familiarisation, la personne qui s'occupe de l'enfant prenait soit l'un des objets familiers à l'enfant soit l'un des objets nouveaux. Il plaçait l'objet sur la table mais hors de portée de l'enfant et demandait ce que c'était. Ensuite, les deux expérimentateurs établissaient un contact visuel, souriant avec le nourrisson. Chaque expérimentateur répondait à la question (« Quel est cet objet ? ») : le non-informateur disait « Je ne sais pas » alors que l'informateur donnait le nom correct en montrant l'objet. Enfin, l'objet était rapproché de l'enfant pour que lui-même analyse l'objet.

Dans la phase d'entraînement, deux objets familiers (un canard et un poisson) étaient placés de nouveau hors de portée de l'enfant auquel était posée la question « lequel est le canard ? » suivie d'une période où l'enfant pouvait chercher l'information en regardant les expérimentateurs. Ensuite, l'informateur répondait en donnant la bonne réponse tout en montrant l'objet tandis que le non-informateur exprimait son ignorance comme dans la phase de familiarisation.

Dans la phase test, deux objets nouveaux étaient présentés afin d'amener une incertitude et il était demandé : « lequel était [pseudomot] ? » suivi d'un moment lors duquel l'enfant pouvait demander des informations. Ensuite, l'informateur pointait du doigt l'un des objets, tout en donnant le pseudomot et le non-informateur exprimait de nouveau son ignorance.

Les résultats de l'étude sont que les nourrissons se réfèrent plus à l'adulte bien informé qu'à l'adulte ignorant mais seulement dans des situations où ils ont besoin d'informations.

Donc, les enfants dès l'âge de 12 mois, sont capables de savoir à qui s'adresser lorsque les informations pertinentes pour eux sont impossibles à obtenir autrement.

Cependant, ces études présentent certaines limites que ce soit dans le choix des participants (par exemple Hampton a utilisé des singes qui étaient drillés à ce genre de tâche de mémoire et donc pas représentatifs de l'animal lambda), dans le paradigme choisi (Bazhydai aurait pu aussi intégré dans la phase test des objets familiers afin d'exclure plus encore la possibilité que les nourrissons regardent davantage l'informateur parce qu'ils anticipent l'échange d'informations plutôt que le solliciter volontairement) et dans la différence de résultats entre les tâches (l'étude de Kim montre que les décisions métacognitives implicites ne correspondent pas aux jugements explicites sur la connaissance et différence pouvant s'expliquer de différentes manières dont celle tenant à une mauvaise compréhension de consigne, ce qui peut avoir un impact dans l'exécution de la tâche).

Néanmoins, la limite majeure de ces études est que les paradigmes utilisés n'ont pas été créés pour être adaptés à différents groupes d'âge. Donc, des paradigmes très différents sont utilisés pour tester la métacognition à différents âges (un paradigme spécifique pour les 12 mois, un autre pour les 18 mois,...) mais jamais un seul et unique n'a été utilisé pour observer les changements liés à l'âge dans la métacognition précoce.

Cela rend la comparaison entre études délicate et empêche d'avoir une idée précise de la trajectoire développementale de ces habiletés durant la petite enfance.

Il est important d'avoir un paradigme adapté pour différents âges pour s'assurer que c'est bien la métacognition qui est mesurée. C'est là un des objectifs de notre étude qui sera expliqué par la suite.

Il apparaît donc bien que les résultats issus d'études antérieures et révélant un manque de métacognition dans la petite enfance peuvent avoir été engendrés par l'incapacité de mesurer la métacognition à cette période.

En conclusion, les études basées sur des paradigmes non-verbaux ont rapporté des capacités métacognitives à un âge plus précoce que ce que les résultats initiaux pouvaient laisser entendre. En effet, il apparaît que dès l'âge de 12 mois, les enfants commencent à être capables de surveiller leur incertitude en estimant leur confiance en leurs décisions, choix.

Ainsi, il existerait deux voies métacognitives : d'un côté, une voie métacognitive automatique (dite implicite) qui se développe de manière plus précoce et de l'autre, une voie plus consciente (dite explicite) apparaissant plus tardivement dans le développement de l'enfant.

### 2.3. Résumé de l'introduction théorique

La métacognition est un concept qui est apparu dans les années 70 faisant référence aux connaissances que les individus ont sur les compétences de traitement de l'information et sur la nature des tâches cognitives ainsi que sur les stratégies à mettre en place pour réaliser ces tâches.

Les différentes études développées dans cette introduction ont montré qu'il existe une métacognition plus automatique (implicite) qui émerge plus tôt dans le développement de l'enfant et une métacognition plus explicite qui apparaît plus tardivement, à l'aide de rapports verbaux pour évaluer les habiletés métacognitives.

Par ailleurs, compte tenu des différents paradigmes créés et utilisés dans les nombreuses études sur la métacognition, il n'est pas aisé d'avoir une vision globale de la manière dont celle-ci se développe. En effet, les différences qui ressortent peuvent être liées à la difficulté du paradigme utilisé (plus un paradigme est facile, plus l'enfant le réussira plus jeune et inversement). Si l'enfant ne réussit pas, cela ne signifie pas qu'il n'a pas de métacognition. C'est peut-être simplement le niveau de compréhension nécessaire pour appréhender ce qu'il doit faire qui est plus élevé. Ainsi, l'hétérogénéité des paradigmes ne permet pas d'avoir une vision globale du développement de la métacognition.

C'est pourquoi, dans ce mémoire, nous avons créé un paradigme adapté aux différents âges et donc à l'amélioration de la performance des enfants, en créant différents niveaux de difficultés dans la tâche, afin d'uniformiser la performance entre les tranches d'âge au niveau de la performance en mémoire.

### 3. Objectifs & hypothèses

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons tenté d'explorer, de manière transversale, les changements intervenant au niveau de la métacognition, tout au long de la petite enfance (c'est-à-dire, entre 24 et 36 mois). Il s'agissait là d'un challenge de taille dans la mesure où il n'est pas aisé de créer un paradigme expérimental adéquat rendant possible la comparaison entre les différents âges. En effet, les capacités d'un enfant évolue rapidement avec l'âge et le paradigme adapté pour les enfants de 24 mois s'avèrera bien souvent inadéquat pour un enfant de 30 mois et à fortiori de 36 mois.

Le premier objectif de ce travail a été donc de créer une tâche de mémoire adaptée pour des enfants appartenant à différents groupes d'âge (24, 30 et 36 mois).

Ensuite, nous avons tenté de déterminer si les enfants des différents groupes d'âge étaient capables de réaliser des jugements métacognitifs non-verbaux sur leur performance et si cette compétence évoluait avec l'âge.

Enfin, le troisième objectif était d'explorer un facteur potentiellement impliqué dans les changements observés au niveau des capacités métacognitives précoces avec l'âge, à savoir : les fonctions exécutives. Plus spécifiquement, nous avons examiné s'il existe une relation entre la performance des enfants à une tâche évaluant leur fonctionnement exécutif et l'exactitude de leurs évaluations métacognitives aux différents âges.

#### 3.1. Création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24,30 et 36 mois

Le principal objectif de ce travail consistait à la création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24, 30 et 36 mois. Précisément, notre objectif était de mettre au point une tâche de reconnaissance à choix forcé pour laquelle le niveau de difficulté serait adapté, de façon à ce que le niveau de performance mnésique global des enfants reste similaire entre les différents âges.

Il était important d'obtenir une performance mnésique identique aux différents âges car l'élément principal d'intérêt dans ce travail était la métacognition. Dès lors, pour pouvoir examiner les changements métacognitifs liés à l'âge, il fallait s'assurer qu'aucune variable confondante ne viendrait contaminer les différences qui pourraient éventuellement être observées entre les groupes d'âges.

Comme vu précédemment avec les travaux de Fleming, une des variables qui a le plus d'influence sur l'exactitude des jugements métacognitifs est l'exactitude au niveau cognitif. Plus concrètement, poser un jugement pour une tâche facile est beaucoup plus simple que pour une tâche difficile.

Ainsi, si la tâche de mémoire que nous utilisons est plus facile pour les enfants de 36 mois que pour les enfants de 24 mois, la performance métacognitive des enfants plus âgés sera donc supérieure à celle des enfants plus jeunes mais on ne pourra pas affirmer que c'est en raison de la facilité de la tâche ou que c'est dû à un réel changement métacognitif avec l'âge.

C'est pourquoi, il est primordial d'avoir un paradigme adapté et une performance mnésique identique aux différents groupes d'âges.

Concrètement, la tâche de reconnaissance mnésique qui a été proposée aux enfants dans notre étude se composait de deux phases principales : d'abord, une phase d'encodage et ensuite, une phase de récupération.

Durant la phase d'encodage, des vidéos où des enfants s'amusaient avec un jouet et puis le cachaient dans une des deux boîtes de couleurs différentes se trouvant devant eux étaient présentées aux participants. Afin de rendre la performance mnésique identique pour les différents âges, le nombre de vidéos présentées aux différents enfants augmentait avec l'âge de ceux-ci.

Ensuite, durant la phase de récupération, les boîtes étaient à nouveau présentées, deux à deux, aux participants et ceux-ci devaient pointer du doigt la boîte où ils pensaient que le jouet était caché.

L'objectif final était de déterminer le nombre de stimuli nécessaire à chaque tranche d'âge pour obtenir une performance moyenne de 70% de réponses correctes, dans les différents groupes.

### 3.2. Évolution des capacités métacognitives entre 24 et 36 mois

Le deuxième objectif de ce mémoire était de déterminer s'il existe des différences au niveau des comportements métacognitifs entre les enfants des différents groupes d'âge sélectionnés pour cette étude.

En effet, les premiers signes de métacognition précoce semblent être mis en évidence dès 12-18 mois (Goupil & Kouider, 2016) alors qu'une métacognition plus tardive et explicite semble se mettre en place vers 4 ans (Hembacher & Ghetti, 2014).

Néanmoins, les diverses études réalisées sur des enfants d'âges différents ont utilisé des paradigmes différents, ce qui rend évidemment impossible la comparaison des performances reprises dans ces études.

C'est pourquoi, ce travail a tenté de voir s'il existe des différences de comportements métacognitifs, entre les participants des différents groupes d'âge.

Concrètement, l'évaluation de la métacognition qui a été réalisée par rapport aux enfants ayant participé à notre étude portait sur le nombre de regards que l'enfant lançait à l'expérimentateur. Dans cette évaluation, il a été recouru à des stimuli (tâche de couleur), qui sont des indices pour l'enfant quant à la couleur de la boîte où se trouve le jouet, afin de permettre d'évaluer la métacognition.

En effet, après les phases d'encodage et de récupération dans la tâche de reconnaissance mnésique, le nombre de regards de l'enfant dirigés vers l'expérimentateur avant de donner sa réponse était compté ainsi que le nombre de regards portés après sa réponse.

Conformément aux études antérieures montrant une émergence des premières habiletés métacognitives vers l'âge de 12 mois, nous nous attendions à observer des capacités métacognitives supérieures au hasard, même dans le groupe d'âge le plus jeune (24 mois).

Par ailleurs, si les capacités métacognitives précoces des enfants se développent réellement au cours des premières années de la vie, nous devrions observer des différences liées à l'âge au niveau de l'exactitude des comportements métacognitifs. Concrètement, les enfants plus âgés devraient montrer des comportements métacognitifs plus exacts que les enfants plus jeunes et ce, alors même qu'aucune différence au niveau des performances n'est observée au niveau mnésique.

### 3.3. Relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive

Le troisième et dernier objectif de l'étude était un objectif exploratoire visant à mieux comprendre les variables qui pourraient potentiellement être impliquées dans l'amélioration de la métacognition avec l'âge.



Des études antérieures ont montré que la métacognition plus tardive (plus explicite) était positivement influencée par le développement exécutif (Roebbers et al., 2012 ; Whitebread, 1999).

Par ailleurs, l'étude de Marulis & Nelson (2020) a examiné comment, chez des enfants d'âge préscolaire (3 à 5 ans), les processus métacognitifs sont associés aux fonctions exécutives lors de la résolution de problèmes.

Dans cette étude, les enfants devaient construire des structures de plus en plus complexes avec des pièces de puzzles. Ensuite, ils devaient répondre à des questions pour évaluer leurs connaissances métacognitives sur eux-mêmes (ex : *ce casse-tête serait-il difficile pour un autre enfant de ton âge ?*), sur la tâche (ex : *le casse-tête serait-il plus facile avec des pièces plus grandes ?*) et sur les stratégies (ex : *si je réfléchis à la façon de placer les pièces avant d'essayer, le casse-tête sera-t-il plus facile ?*). Leurs comportements verbaux et non-verbaux ont aussi été analysés pour évaluer leurs compétences métacognitives lors de la tâche de résolution de problèmes, en observant s'ils vérifiaient leurs constructions, planifiaient, etc.

Enfin, a été réalisée la tâche exécutive "Head-toes-knees-shoulders" où les enfants devaient retenir des règles et répondre par une action en conflit avec ces règles (ex : ils devaient toucher leur tête lorsqu'ils entendaient « *touchez vos orteils* ») suivi par un changement de règle.

Les résultats de l'étude ont montré que les compétences des enfants dans les fonctions exécutives étaient modérément à fortement associées à leur métacognition et plus particulièrement aux connaissances métacognitives.

Alors, la métacognition serait positivement et significativement corrélée aux fonctions exécutives chez les jeunes enfants.

C'est ainsi que nous avons souhaité examiner si les fonctions exécutives précoces sont également liées aux habiletés métacognitives durant la petite enfance, chez des enfants encore plus jeunes que dans l'étude décrite ci-dessus, comme c'est le cas plus tard au cours du développement de l'enfant.

Concrètement, la tâche « Go-no go du chat botté » (Geurten et al., 2016) évaluant l'inhibition a été utilisée pour estimer le fonctionnement exécutif chez les participants. Les enfants devaient donc réagir en appuyant sur une touche si un certain élément apparaissait à l'écran et ne pas réagir à l'apparition d'autres éléments.

Si une relation existe entre le fonctionnement exécutif et métacognitif chez les jeunes enfants, nous nous attendions à observer une corrélation entre la tâche exécutive et le score de métacognition. D'un point de vue plus développemental, nous avons examiné également si la corrélation entre les deux mesures évoluait avec l'âge. En effet, si la taille de la corrélation varie en fonction de l'âge des enfants, cela pourrait indiquer que les fonctions exécutives n'ont pas le même impact sur la métacognition à tous les stades du développement de celle-ci.

## 4. Méthodologie

### 4.1. Participants

La taille de l'échantillon a été déterminée à l'aide d'une analyse de puissance réalisée via Gpower (Faul et al., 2007) afin de mettre en évidence un effet de taille moyenne, avec un seuil d'erreur de 0.05 et une puissance de 0.80 pour une ANOVA simple dont la variable catégorielle (groupe d'âge) contient 3 niveaux. La participation de 66 individus est nécessaire pour rencontrer ce critère statistique.

Dans le cadre de cette étude transversale, 51 enfants respectivement de 24 mois (N=16), 30 mois (N=17) et 36 mois (N=18) ont été recrutés. Les données démographiques des enfants sont décrites dans le tableau ci-dessous (voir Tableau 1).

Notons que des enfants de 18 mois ont également été recrutés. Toutefois, les résultats des testings réalisés avec ces derniers ont été intégrés dans une autre recherche.

Ils ne figurent donc pas dans le présent mémoire.

Concernant la réalisation des testings, j'ai personnellement testé 17 enfants, entre février et septembre 2023.

Les 34 autres enfants ont été testés, entre février et avril 2023, par quatre étudiantes dans le cadre de leur projet de troisième bachelier.

Le recrutement a eu lieu, en 2022-2023, au sein d'écoles ou crèches situées dans la province de Liège mais également via les réseaux sociaux ou familiaux/amicaux des expérimentateurs.

Les enfants devaient, pour participer à l'étude, répondre à certains critères afin d'éviter d'éventuels biais.

Tout d'abord, les enfants devaient avoir, à la date du testing, l'âge exact de 24, 30 ou 36 mois ou maximum 1 mois de plus ou de moins.

Ensuite, seuls étaient retenus les enfants montrant un développement typique, sans prématurité (supérieure à 3 semaines) et ne présentant pas d'antécédent neurologique (c'est-à-dire n'ayant pas eu une méningite, une encéphalite, un AVC, aucune lésion cérébrale).

Enfin, le français devait être leur langue maternelle.

**Tableau 1.** *Caractéristiques des participants de l'étude*

	Groupe d'âge					
	24 mois		30 mois		36 mois	
Genre	9 garçons	7 filles	7 garçons	10 filles	7 garçons	11 filles
Niveau socio-économique des parents	M= 13,063 EE=2,822		M=14,676 EE=2,291		M=13,972 EE=2,173	

*Légende : M=Moyenne EE=Écart-type*

## 4.2. Matériel

Les tâches administrées ont été présentées sur un ordinateur à l'aide du logiciel EPrime 3.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA, 2017).

Chaque expérimentateur utilisait son propre ordinateur pour la réalisation des tests.

De plus, les tâches étaient calibrées pour que les vidéos/stimuli conservent la même taille, quelles que soient les dimensions de l'écran.

Les stimuli utilisés consistaient en 28 vidéos divisées en 3 listes respectivement de 8, 9 et 11 vidéos dont chacune a été attribuée à une tranche d'âge différente et une vidéo servait d'exemple identique aux trois listes de vidéos.

Ces vidéos ont été réalisées entre février et juin 2022 avec le concours de 14 enfants, âgés de 6 à 12 ans, chaque enfant tournant deux vidéos.

Dans ces vidéos, on pouvait voir un enfant montrer à la caméra un jouet, différent d'une vidéo à l'autre, durant quelques secondes puis placer celui-ci dans l'une des deux boîtes de couleur placées devant lui avant de refermer celle-ci. Les vidéos étaient tournées tantôt en intérieur tantôt en extérieur, dans un lieu à chaque fois différent, afin de ne pas induire en erreur les enfants qui allaient les regarder par la suite.

Ainsi, 14 vidéos ont été tournées en intérieur et 14 en extérieur.

Était associé à chaque vidéo, une image représentant le jouet utilisé dans celle-ci et l'arrière-plan de la vidéo.

Concernant la mise en place opérée pour les vidéos tournées en intérieur, était prévue une distance de 1 mètre entre les boîtes, de 1 mètre 50 entre les boîtes et la caméra, celle-ci étant placée à 90 centimètres du sol, afin d'avoir un cadrage identique pour les différentes vidéos.

En ce qui concerne les vidéos tournées en extérieur, était appliquée une distance de 1 mètre 50 entre les boîtes, de 2 mètres entre les boîtes et la caméra qui était installée à 70 centimètres du sol.

La durée des vidéos variait entre 17 à 20 secondes chacune.

### 4.3. Procédure

L'accord du Comité Éthique de la FPLSE (Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation) de l'Université de Liège a été obtenu le 29 septembre 2021 (référence du dossier : n°2021-115) avant que la collecte des premières données ne débute.

Chaque enfant a été rencontré individuellement, à son domicile, dans une pièce calme et était accompagné d'un de ses parents.

Afin que l'enfant ne soit pas intimidé ou anxieux face à l'expérimentateur, il était placé sur les genoux de son parent, lors de l'accomplissement des tâches. Toutefois, il était bien demandé au parent de ne pas intervenir pendant le testing.

La séance de testing durait approximativement 20 minutes, afin d'éviter une fatigabilité importante chez l'enfant et comprenait deux épreuves : une tâche de reconnaissance mnésique composée de 3 phases - concrètement, une phase d'encodage, une phase de reconnaissance et une phase métacognitive – et une tâche cognitive évaluant l'inhibition motrice (go-no ; Geurten et al., 2016).

Chacune des deux tâches administrées commençait par un item ou phase d'essai, afin que l'enfant se familiarise avec la procédure.

#### 4.3.1. Tâche de reconnaissance mnésique

La procédure relative à cette tâche d'une durée totale de 10 minutes comportait trois phases successives : (1) phase d'encodage, (2) phase de reconnaissance, (3) phase de jugement métacognitif.

- 1) Phase d'encodage : Lors de la phase d'encodage, les enfants ont visionné une série de plusieurs vidéos dans un ordre aléatoire. Le nombre de vidéos présentées dépendait de l'âge de l'enfant : 8 vidéos pour les enfants de 24 mois, 9 vidéos pour les enfants de 30 mois et 11 vidéos pour les 36 mois.

Chaque vidéo était présentée pendant 20 secondes avec une croix de fixation centrale apparaissant à l'écran pour une durée de 500 millisecondes entre chaque vidéo. En ce qui concerne les vidéos durant moins de 20 secondes, l'image finale restait affichée jusqu'à ce que les 20 secondes soient écoulées.

Il a été demandé aux enfants de regarder attentivement les vidéos, une par une, en vue d'un test mnésique ultérieur.

- 2) Phase de reconnaissance : Directement après la phase d'encodage, un test de reconnaissance à choix forcé était montré aux enfants.

Pour commencer, une photo du jouet à retrouver apparaissait à l'écran durant 2 secondes. Ensuite, une photo associée à la vidéo au cours de laquelle ce jouet avait été caché s'affichait au centre de l'écran. Face à chaque photo, il était demandé aux enfants de pointer du doigt la boîte où il pensait que le jouet était caché. Ceux-ci disposaient d'un temps illimité pour donner leur réponse.

L'expérimentateur encodait la réponse de l'enfant sur l'ordinateur en cliquant sur la touche du clavier correspondant au côté où se trouvait la boîte sélectionnée par l'enfant. C'est sur cette base que la performance en mémoire des enfants était calculée.

Le système de notation était le suivant : chaque reconnaissance correcte générait 1 point tandis qu'une reconnaissance erronée recevait un score de 0.

- 3) Phase de jugement métacognitif : Après chaque réponse de reconnaissance, l'expérimentateur donnait systématiquement un indice à l'enfant pour l'aider à identifier la bonne boîte. Cet indice était une tâche de la même couleur que celle de la boîte où se cachait réellement le jouet. Cette tâche de couleur était montrée à l'enfant pendant plusieurs secondes.

Après cet indice, l'enfant avait la possibilité de changer sa réponse s'il le souhaitait ou de la conserver. Suite à cette nouvelle réponse, l'expérimentateur encodait lui-même la réponse de l'enfant en cliquant sur la touche du clavier correspondant au côté où se situait la boîte sélectionnée par ce dernier.

Après cette réponse, un écran blanc avec une croix de fixation centrale était présentée, pour une durée de 500 millisecondes, avant de passer à l'item suivant.

Ainsi, le système de notation concernant la métacognition consistait à compter le nombre de regards lancés par l'enfant en direction de l'expérimentateur avant l'indice ainsi que le nombre de ces regards après cet indice. Ce score a servi à évaluer la métacognition car un nombre important de regards vers l'expérimentateur pouvait être

signe d'incertitude ou de recherche d'aide de la part du jeune enfant et donc signe qu'il faisait preuve de jugement métacognitif sur sa propre connaissance/performance.

Enfin, le système de cotation associé au changement de décision était le suivant : une réponse correcte recevait 1 point et le score était de 0 point quand la réponse était erronée.

#### 4.3.2. Tâche Go-noGo du chat botté

Afin d'examiner si le lien habituellement observé entre les habiletés métacognitives et le fonctionnement exécutif, plus tard au cours du développement (Bryce et al., 2014 ; Roebbers et al., 2012 ; Whitebread, 1999) peut également être observé durant la petite enfance, une épreuve d'inhibition inspirée de la tâche du « Go-noGo du chat botté » de l'étude de Geurten et al. (2016) était proposée.

Tout d'abord, cette épreuve durait environ 5 minutes.

Dans cette tâche, les enfants devaient appuyer le plus rapidement possible, sur la touche ESPACE du clavier de l'ordinateur ou sur l'écran tactile en fonction de l'ordinateur dont disposait l'expérimentateur, quand ils voyaient le chat botté (chat orange – « *Stimulus Go* ») mais ils ne devaient pas appuyer quand ils voyaient Kitty (chat noir – « *Stimulus Nogo* »).

Ces deux modes de réponses ont été testés afin de déterminer lequel était le plus adapté aux jeunes enfants.

Chaque stimulus était présenté pendant 500 millisecondes, avec des intervalles variables allant de 1800 à 3500 millisecondes entre chacun. Les stimuli étaient présentés dans un ordre aléatoire.

Au total, 32 stimuli étaient montrés. Parmi ceux-ci, il y avait 12 cibles-go et 20 leurres-nogo.

Pour finir, le système de cotation prévoyait que si l'enfant répondait à un distracteur (c'est-à-dire le chat noir), cela était enregistré comme une erreur de commission alors que si l'enfant ne répondait pas à la cible (c'est-à-dire le chat orange), cela était enregistré comme une erreur d'omission.

Ainsi, la cotation était fondée sur le pourcentage de réponses correctes, le nombre total d'erreurs de commission et d'omission ainsi que le temps de réaction médian aux stimuli Go.

## 4.4. Mesures

### 4.4.1. Mesure mnésique

Dans le cadre de la tâche de mémoire, un taux moyen de réponses correctes lors de la reconnaissance par rapport au nombre d'items a été calculé pour les différents groupes d'âge.

### 4.4.2. Mesure de métacognition

Dans le cadre de la phase de jugement, deux scores ont été calculés.

Premièrement, un indice de corrélation entre la réponse fournie (correcte ou incorrecte) à la reconnaissance et le nombre de regards vers l'expérimentateur avant la présentation de l'indice. Deuxièmement, un indice de corrélation entre la réponse fournie (correcte ou incorrecte) à la reconnaissance et le nombre de regards vers l'expérimentateur après la présentation de l'indice.

### 4.4.3. Mesure exécutive

Dans ce cas, nous ne calculions pas d'indice spécifique mais simplement une moyenne des réponses correctes de la tâche d'inhibition et la médiane des temps de réaction aux stimuli Go.



## 5. Résultats

Pour rappel, l'objectif principal de l'étude était d'observer le développement des compétences métacognitives précoces chez des enfants d'âge préscolaire (entre 24 et 36 mois), de manière transversale.

Pour ce faire, nous devions au préalable nous assurer d'administrer une tâche de mémoire avec un niveau de difficulté adapté aux différents groupes d'âge des enfants.

Enfin, dans une perspective plus exploratoire, nous souhaitons également examiner la possible présence d'une relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive chez des enfants d'âge préscolaire.

L'analyse des données statistiques a été réalisée à l'aide du logiciel JASP 0.17.

Nous avons fixé le seuil statistique à 0,05 pour toutes nos analyses statistiques.

Ainsi, les valeurs de probabilité sont considérées comme significatives si elles sont strictement inférieures au seuil de 0,05, sauf si une correction statistique a été appliquée afin de contrôler l'erreur de 1<sup>ère</sup> espèce.

L'ensemble des résultats des participants à l'étude a été pris en compte dans les analyses statistiques.

### 5.1. Analyses préliminaires

#### 5.1.1. Normalité

Avant de procéder à nos analyses statistiques, nous avons réalisé des tests de normalité sur les variables concernées par ces analyses préliminaires, à savoir, le niveau socio-économique, le jugement métacognitif prospectif (nombre de regards avant la réponse) et le jugement métacognitif rétrospectif (nombre de regards après la réponse).

Les analyses révèlent une absence de normalité pour les variables nombres de regards avant et après la réponse.

**Tableau 2.** Test de normalité (Shapiro-Wilk)

Variabes	W	p
Niveau socio-économique	0.978	0.466
Nombre de regards avant	0.687	<u>&lt;0.001</u>
Nombres de regards après	0.936	<u>0.008</u>

### 5.1.2. Effet du niveau socio-économique

Les résultats de l'analyse corrélacionnelle de l'effet du niveau socio-économique indiquent qu'il n'y a aucune corrélation et donc aucune influence de cette variable sur les résultats de la tâche de mémoire et sur les jugements métacognitifs. En conséquence, cette variable ne sera pas incluse comme contrôle dans les analyses principales.

## 5.2. Analyses principales des données

Différentes analyses statistiques ont été réalisées afin de déterminer la présence de capacités métacognitives précoces chez les enfants âgés de 24, 30 et 36 mois.

Dans nos analyses statistiques, nous avons eu recours à une analyse de variance simple et une analyse de variance double croisée.

On rappellera qu'une analyse de variance est utilisée afin de comparer les moyennes entre des groupes.

Les résultats statistiques sont présentés en respectant les hypothèses qui ont été énoncées antérieurement :

1. Création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24,30 et 36 mois ;
2. Évolution des capacités métacognitives entre 24 et 36 mois ;
3. Relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive

### 5.2.1. Analyses par hypothèse

*Hypothèse 1 : Création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24,30 et 36 mois*

L'objectif visait la création d'une tâche de reconnaissance à choix forcé avec un niveau de difficulté adapté aux différents groupes d'âge, afin d'obtenir une performance mnésique identique pour les différents âges.

L'objectif final était d'obtenir idéalement une performance en reconnaissance de 60-70% (= performance au-dessus du hasard, tout en offrant assez de variabilité pour que des jugements métacognitifs différents puissent être posés) dans chacun des différents groupes d'âge.

Pour analyser si la performance mnésique est supérieure au hasard dans nos trois groupes d'âge, nous avons effectué un test t de comparaison à un standard pour chaque groupe d'âge.

Le seuil du hasard a été fixé à 50 (pour 50% de réponses correctes).

On constate que chez les enfants de 24 mois, le test t est de -1,072 avec une probabilité de dépassement  $p=0,850$ , nous amenant à tolérer l'hypothèse nulle. Ainsi, leur performance est inférieure au hasard (24 mois : Moyenne=44,53 Écart-type=20,40).

Pour ce qui est du groupe d'enfants de 30 mois, le test t est de 0,754 avec une probabilité de dépassement  $p=0,231$ , ce qui amène aussi à tolérer l'hypothèse nulle soit que leur performance est inférieure au hasard. Néanmoins, ce résultat est contradictoire avec la moyenne du groupe qui est de 54,245 mais vu que l'écart-type est haut (Écart-type=23,203), cela signifie que les données sont fort dispersées et éloignées de la moyenne. Cela rend donc la performance non supérieure à 50%.

Enfin, en ce qui concerne le groupe des enfants de 36 mois, le test t est de 3,434 avec une probabilité de dépassement  $p=0,002$ , nous amenant à rejeter l'hypothèse nulle. Nous concluons que leur performance est supérieure au hasard (36 mois : Moyenne=57,57 Écart-type=57,57).

Dès lors, ces résultats montrent que deux groupes d'âge sur trois ont des performances inférieures au hasard.

**Tableau 3.** Analyses des test t des groupes d'âge et taux de réponses correctes

Variabiles	t	df	p
24 mois	-1.072	15	0.850
30 mois	0.754	16	0.231
36 mois	3.434	17	0.002

Légende : df=degré de liberté

**Tableau 4.** Analyses descriptives des groupes d'âge et taux de réponses correctes

Groupe d'âge	N	Moyenne	Écart-type	Coefficient de variation
24 mois	16	44.531	20.396	0.458
30 mois	17	54.245	23.203	0.428
36 mois	18	57.572	9.356	0.163

Légende : N=effectif

Par la suite, nous avons également cherché à savoir si la performance de nos trois groupes d'enfants différait entre ceux-ci. Pour ce faire, une ANOVA à un facteur a été réalisée avec la performance mnésique de reconnaissance comme variable dépendante.

On constate que les résultats sont non-significatifs, nous amenant à tolérer l'hypothèse nulle d'une égalité des moyennes dans la population. L'analyse de variance est égale à  $F=2,247$  avec une probabilité de dépassement  $p=0,117 (>0,05)$ .

Ainsi, nos résultats indiquent que la performance mnésique est similaire chez les différents groupes d'âge.

**Tableau 5.** *Résultats statistiques sur la performance mnésique*

Variables	Somme des carrés	df	Carré moyen	F	p
Groupes d'âge en mois (24,30,36)	1530.056	2	765.028	2.247	0.117
Résiduel	16342.812	48	340.475		

Légende : df=degré de liberté

### *Hypothèse 2 : Évolution des capacités métacognitives entre 24 et 36 mois*

L'objectif était de déterminer s'il existe des différences au niveau des comportements métacognitifs entre les enfants des différents groupes d'âge participant à l'étude.

Pour rappel, l'évaluation de la métacognition reposait sur le nombre de regards que l'enfant portera à l'expérimentateur avant et après avoir donné sa réponse sur l'emplacement du jouet caché.

L'hypothèse était que dès 24 mois, nous devrions observer des capacités métacognitives supérieures au hasard (c'est-à-dire, un nombre de regards plus élevé après une réponse incorrecte qu'après une réponse correcte) et que ces comportements métacognitifs seraient plus exacts chez les enfants plus âgés par rapport aux plus jeunes.

Pour analyser les comportements métacognitifs, nous avons réalisé deux analyses de variance double croisée avec comme variables prédictrices, le groupe d'âge et le type de la réponse avec un seuil de signification de 0,05.

La première analyse incluait le nombre de regards avant l'apparition de l'indice à l'écran comme variable dépendante.

La seconde analyse incluait le nombre de regards après l'apparition de l'indice comme variable dépendante.

Tout d'abord, nous avons voulu évaluer le nombre de regards que l'enfant a lancé vers l'expérimentateur avant de donner sa réponse afin d'obtenir une mesure prospective de la métacognition.

Les résultats montrent d'abord que le groupe d'âge a un effet significatif sur le nombre de regards vers l'expérimentateur ( $F=5,81$  ;  $p=0,003$  ;  $\eta^2=0,02$ ). Nous observons que les enfants

de 24 mois regardent davantage l'expérimentateur avant de donner leur réponse par rapport aux enfants de 30 et 36 mois.

D'autre part, la réponse donnée à l'item de la tâche, correcte ou incorrecte, a aussi un effet significatif sur le nombre de regards ( $F=8,43$  ;  $p=0,004$  ;  $\eta^2=0.02$ ). Ainsi, les enfants des différents groupes regardent plus l'expérimentateur avant de donner une réponse incorrecte (0) qu'une réponse correcte (1).

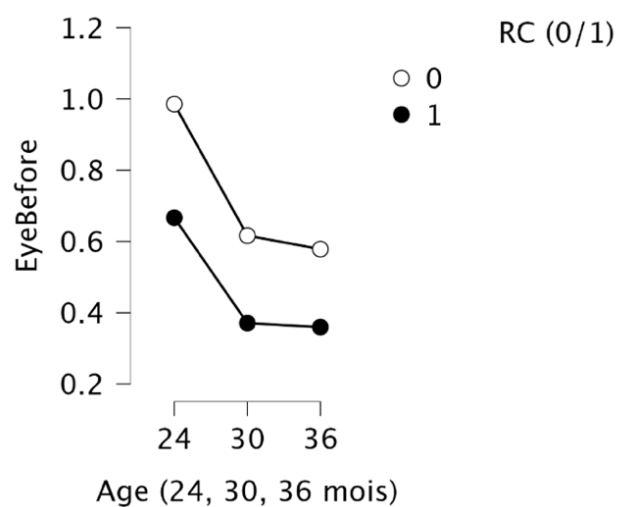
En revanche, il n'y a pas d'interaction significative entre le groupe d'âge et la justesse de la réponse, au niveau du nombre de regards avant de donner sa réponse ( $F=0,10$  ;  $p=0,90$  ;  $\eta^2=4.11 \times 10^{-4}$ ). Ainsi, l'effet du type de réponse (correcte ou incorrecte) influence le nombre de regards de la même manière dans les trois groupes.

**Tableau 6.** Résultats statistiques sur la métacognition prospective

Variable	Somme des carrés	df	Carré moyen	F	p	$\eta^2$
Groupe d'âge (24,30,36 mois)	10.584	2	5.292	5.810	0.003	0.023
Réponses correctes/incorrectes	7.681	1	7.681	8.432	0.004	0.017
Groupe d'âge X Réponses correctes/incorrectes	0.186	2	0.093	0.102	0.903	$4.114 \times 10^{-4}$
Résiduels	430.839	473	0.911			

Légende : df=degré de liberté

**Figure 2.** Graphique de l'analyse de variance du nombre de regards avant de donner la réponse



Ensuite, nous avons évalué le nombre de regards que l'enfant a adressé à l'expérimentateur après avoir donné sa réponse, afin d'obtenir cette fois, une mesure rétrospective de la métacognition.

De ces analyses, il ressort que le groupe d'âge n'a pas d'effet significatif sur le nombre de regards vers l'expérimentateur ( $F=1,55$  ;  $p=0,214$  ;  $\eta^2=0,006$ ).

De même, le type de réponse donnée n'a pas d'effet significatif sur le nombre de regards ( $F=0,45$  ;  $p=0,504$  ;  $\eta^2=9,28 \times 10^{-4}$ ).

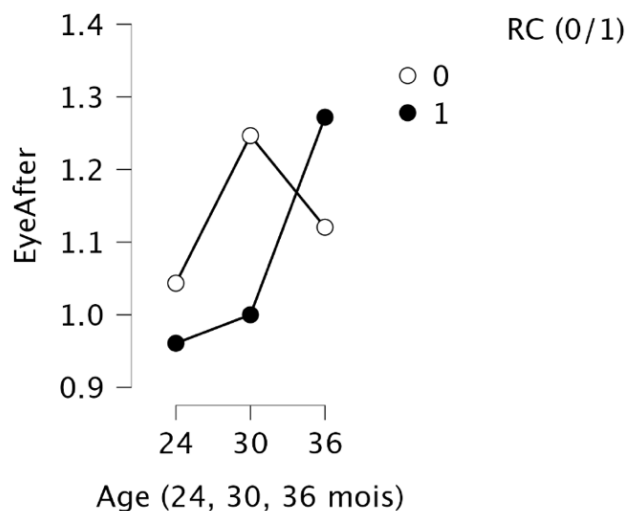
Enfin, il n'y pas d'interaction significative entre le groupe d'âge et la justesse de la réponse par rapport au nombre de regards après avoir donné sa réponse ( $F=1,99$  ;  $p=0,138$  ;  $\eta^2=0,008$ ).

**Tableau 7.** Résultats statistiques sur la métacognition rétrospective

Variables	Somme des carrés	df	Carré moyen	F	p	$\eta^2$
Groupe d'âges (24,30,36 mois)	2.743	2	1.372	1.546	0.214	0.006
Réponses correctes / incorrectes	0.396	1	0.396	0.446	0.504	$9.285 \times 10^{-4}$
Groupe d'âge X Réponses correctes/incorrectes	3.524	2	1.762	1.986	0.138	0.008
Résiduels	419.718	473	0.887			

Légende : df=degré de liberté

**Figure 3.** Graphique de l'analyse de variance du nombre de regards après avoir donné leur réponse



### *Hypothèse 3 : Relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive*

L'objectif était exploratoire et visait à comprendre les variables pouvant intervenir dans la performance métacognitive aux différents âges.

Pour rappel, l'évaluation du fonctionnement exécutif résidait dans la réalisation de la tâche « Go-nogo du Chat Botté ».

L'hypothèse était que, si une relation existe entre le fonctionnement exécutif et métacognitif chez les jeunes enfants, nous observerions une corrélation entre la tâche exécutive et le score de métacognition.

Si cette relation évolue avec l'âge, nous devrions observer une corrélation de taille différente dans les différents groupes d'âge.

Malheureusement, la mesure exécutive d'inhibition s'est révélée difficilement administrable aux enfants. Ainsi, les données récoltées de cette tâche s'avèrent peu fiables pour servir de base à une analyse et en tirer des conclusions.

C'est pourquoi, nous nous sommes penchés sur les possibles modifications à réaliser sur cette tâche lesquelles seront développées dans la section suivante.

## 6. Discussion

Nous allons tout d'abord revenir sur les résultats obtenus, pour chaque hypothèse posée dans cette étude.

Ensuite, nous les comparerons à la littérature et nous discuterons des possibles explications quant aux résultats.

Enfin, nous aborderons les limites de l'étude ainsi que des pistes d'amélioration.

### 6.1. Retour sur les hypothèses

#### 6.1.1. Hypothèse 1 : Création d'une tâche de mémoire adaptée aux enfants de 24,30 et 36 mois

Pour rappel, l'objectif majeur était la création d'une tâche de reconnaissance à choix forcé pour laquelle le niveau de difficulté serait adapté, afin que le niveau de performance mnésique global des enfants reste similaire et au-dessus du hasard, entre les différents âges.

Les analyses statistiques principales ont d'abord examiné si la performance mnésique de chaque groupe d'âge est supérieure au hasard (c'est-à-dire supérieure à 50% de réponses correctes).

Les résultats ont montré que la performance de la tâche de mémoire de deux groupes d'enfants (24 et 30 mois) est inférieure au hasard.

Par contre, le groupe d'enfants de 36 mois a une performance mnésique supérieure au hasard.

A la suite de ces données, nous avons également analysé si la performance mnésique était différente entre les différents groupes d'âge.

Les résultats ont démontré une performance similaire chez les différents groupes d'âge.

En conclusion, la performance est similaire entre les trois groupes d'âge mais est majoritairement inférieure au hasard.

Ces résultats mettent en lumière que le niveau de difficulté de la tâche de reconnaissance à choix forcé de notre étude n'était pas adapté aux différents groupes d'âge afin qu'il soit identique pour tous les enfants repris dans l'étude.

Comme vu plus haut, il est important d'avoir un paradigme adapté car la variable qui peut influencer les jugements métacognitifs est la variable de l'exactitude au niveau cognitif. Donc, il faut maintenir un rendement de la tâche cognitive plus ou moins identique et au-dessus du hasard, entre les différents âges des enfants.



Dans le cas de notre étude, la tâche de reconnaissance semble être trop complexe pour les enfants de 24 et 30 mois.

En comparant avec la littérature scientifique existant en ce moment sur ce sujet, nous avons vu que l'étude de Geurten & Bastin (2019) avait une méthodologie plus ou moins proche de celle de notre étude, utilisant une tâche de reconnaissance à choix forcé afin d'observer une métacognition plus implicite chez des enfants d'âge préscolaire. Cette étude portait sur des enfants de 2 ans et demi et de 3 ans et demi.

Leur test d'identification perceptuelle a dès lors dû être contrôlé en ajustant le niveau de difficulté des stimuli.

Pour ce faire, tout d'abord, un test préliminaire a été réalisé sur une septantaine d'enfants âgés de 2 ans et demi et de 3 ans et demi qui devaient passer plusieurs tests d'identification perceptuelle au cours desquels les participants ont vu 30 images, une à la fois et ont ensuite dû indiquer laquelle des deux images présentées devant eux était l'image vue précédemment.

Après cela, les différents stimuli images ont été classés en trois catégories selon la précision moyenne avec laquelle ils ont été identifiés. Ainsi, les éléments images qui ont été correctement identifiés par plus de 65% d'enfants de chaque groupe d'âge ont été classés comme ayant un niveau faible de difficulté. Pour les éléments atteignant plus de 35% mais moins de 65% d'identification correcte, ils ont été classés comme ayant un niveau de difficulté moyen. Enfin, pour les éléments correctement identifiés par moins de 35% d'enfants, ils ont été classés comme niveau de difficulté élevé.

A la suite de cela, trente paires de cibles-distracteurs ont été sélectionnées dans chacune de ces catégories pour être utilisées comme stimuli dans l'expérience.

Ensuite, durant le déroulement de l'expérience, pour égaliser la performance entre les participants, le niveau de difficulté a été ajusté, item par item, à l'aide d'une procédure d'escalier de type Levitt. Pour rappel, la procédure d'escalier permet d'avoir une précision de plus ou moins 70% pour la performance et donc, un rendement de la tâche supérieur au hasard (Levitt, 1971).

Dans cette étude, après trois réponses incorrectes consécutives, le niveau de difficulté a été réduit d'un cran (c'est-à-dire qu'une paire de cibles-distracteurs de la catégorie de difficulté inférieure a ensuite été présentée) alors que deux réponses correctes ou plus sur trois essais ont amené à une augmentation du niveau de difficulté (c'est-à-dire une paire cibles-distracteurs de la catégorie de difficulté supérieure a ensuite été présentée), ce afin d'avoir une précision de performance d'environ 65%.

A l'aide de cette procédure, la précision des performances apparaissait contrôlée et il n'y avait aucune différence significative entre les deux groupes d'enfants.

Néanmoins, cette procédure d'escalier est moins courante dans certains domaines de tâches dont la mémoire, vu la plus grande complexité de conception et de mise en place (Rahnev & Fleming, 2019).

Or, dans notre étude, la tâche administrée aux enfants de différents âges est justement une tâche de mémoire et non une tâche perceptuelle comme c'est le cas dans l'étude évoquée ci-avant.

Néanmoins, certaines études ont recouru à cette procédure adaptative, dans une tâche de mémoire.

Par exemple, l'étude de Lee et al. (2018) a utilisé une procédure d'escalier afin de contrôler le niveau de difficulté de la tâche de mémoire à deux choix forcés administrée aux participants.

Cette tâche de mémoire consistait en la présentation sur un écran de quatre modèles de cercles, pendant plusieurs secondes et qui disparaissaient ensuite. Cette phase était suivie par une présentation de deux modèles de cercle dont l'un était choisi parmi les quatre présentés auparavant, l'autre étant un nouveau modèle. Le participant devait indiquer lequel des deux modèles avait été présenté auparavant. Cette tâche était divisée en plusieurs mini-blocs qui contenaient chacun quatre essais sans réapparition des quatre modèles cibles.

Afin de contrôler la difficulté de la tâche, la durée d'étude des modèles était variée, avec une procédure « 4-down-2-up » : si le participant avait eu quatre réponses correctes dans le mini-bloc précédent, la durée d'étude était réduite, rendant la tâche du mini-bloc suivant plus difficile alors que si le sujet avait obtenu deux réponses ou moins correctes dans le précédent bloc, la durée d'étude était augmentée rendant le bloc suivant plus facile. Enfin, en cas de trois réponses correctes sur quatre, la durée d'étude restait la même.

Cette procédure permettait de maintenir une performance autour de 75%.

Autre exemple : l'étude de Carpenter et al. (2018) qui contenait une tâche de mémoire composée d'une phase d'encodage où les participants devaient mémoriser soit une série d'images de mots soit une série d'images de formes puis d'une phase de reconnaissance à choix forcé où ils devaient choisir, à chaque fois, entre deux photos (une nouvelle image et une ancienne vue dans la phase d'encodage), laquelle ils avaient déjà vue. Cette tâche de mémoire était aussi subdivisée en blocs.

La performance de chaque participant était maintenue à environ 75% de réponses correctes à l'aide de la procédure d'escalier, pour la tâche mémoire d'images de formes. Dans ce cas, c'est

le nombre de stimuli dans la phase d'encodage qui a été ajusté en fonction du pourcentage de réponses correctes sur les deux blocs précédents : si les performances moyennes étaient supérieures à 75%, une image supplémentaire était ajoutée à la phase d'encodage du bloc suivant alors qu'en cas de performance en-dessous de 70%, une ou deux images étai(ent) supprimée(s) par la suite.

Pour ce qui est de la tâche de mémoire d'images de mots, la taille de stimuli s'est basée sur les données de l'étude pilote initiale.

Cette procédure d'escalier inspirée de celle de Levitt (1971) semble être un bon moyen pour maintenir et ajuster le niveau de difficulté même dans le domaine de la mémoire.

Toutefois, dans notre étude, la tâche de mémoire était une série de vidéos montrée d'un seul coup, sans subdivision par blocs. Avec cette méthode, il est plus compliqué de contrôler le niveau de difficulté durant la réalisation de l'expérience.

Ainsi, si on veut maintenir un niveau de difficulté identique sans modifier la structure de la tâche mnésique de l'étude, il faut avoir une idée de la capacité, de l'empan de la mémoire visuelle chez les enfants d'âge préscolaire.

L'étude sur la capacité de mémoire chez les enfants d'âge préscolaire existe depuis longtemps. En effet, Hurlock & Newmark (1931) ont réalisé des tests de mémoire chez des enfants entre 4 et 5 ans, afin d'avoir des informations sur la capacité mnésique chez ces jeunes sujets. Nous nous intéresserons plutôt aux résultats du test de reconnaissance d'images. Il apparaît que le score moyen de reconnaissance d'images chez ces enfants est de 6,7 images.

En outre, l'évaluation de la capacité de mémoire est aussi réalisée chez des enfants dès le plus jeune âge. Par exemple, Blaser & Kaldy (2010) ont évalué la mémoire visuelle emblématique (qui est un type de mémoire sensorielle permettant de détecter des changements dans une scène visuelle) chez des nourrissons de 6 mois, à l'aide d'une tâche de détection de changement de couleur d'une étoile, parmi d'autres dont le nombre augmentait au fil de la tâche. Il apparaît que la capacité de mémoire est de 5 objets chez ces enfants de 6 mois.

Ensuite, l'étude de Simmering (2012) a évalué la capacité de mémoire de travail visuelle chez des enfants entre 3 et 7 ans, à l'aide d'une tâche de détection des changements où les participants devaient dire s'il y avait une correspondance ou un changement (de forme, de couleur,...) entre des cartes présentées durant quelques secondes et celles représentées plus tard, avec augmentation du nombre de cartes au fil de l'expérience. Il apparaît que le rendement était le

plus élevé chez les enfants de 7 ans et le plus faible chez les enfants de 3 ans mais lesquels arrivaient néanmoins à accomplir la tâche de façon appropriée, même s'ils n'étaient pas très performants avec une estimation de capacité maximale de 2 éléments/cartes à la fois.

Enfin, l'étude de Ferrara et al. (2017) a évalué le niveau de détails de la mémoire chez des enfants de 4 et 6 ans. Les participants devaient choisir, entre deux images, celle qu'ils avaient déjà vue parmi 50 paires d'images. Les deux images se distinguaient par catégorie (ex : poupée ou téléphone) ou se ressemblaient par type (ex : sac mauve ou sac jaune) ou par état (ex : citron entier ou citron coupé). Le pourcentage moyen correct de performance des deux groupes d'enfants était supérieur à 80% dans les trois conditions (catégorie, type, état).

Ainsi, les enfants dès 4 ans peuvent se représenter des détails précis d'éléments précédemment vus et ont une capacité de mémoire remarquable même au début de leur vie.

Ainsi, les enfants font preuve de mémoire visuelle dès le plus jeune âge avec un empan élevé pour leur âge. Dans les différentes études, la méthodologie était réalisée avec des images. Dans notre étude, il s'agit d'une série de vidéos, ce qui n'est pas exactement la même chose. Il y a donc lieu de se montrer prudent dans la transposition de ces données dans notre étude.

Néanmoins, si on met en lien ces données de capacité mnésique avec notre méthodologie d'étude, il apparaît que le paradigme de notre étude n'était pas adapté aux jeunes enfants. Dès lors, le nombre total de vidéos à montrer aux différents groupes d'âge est à revoir à la baisse.

### 6.1.2. Hypothèse 2 : Évolution des capacités métacognitives entre 24 et 36 mois

Pour rappel, l'objectif ici était de déterminer s'il existe des différences au niveau des comportements métacognitifs entre les enfants des différents groupes d'âge participant à l'étude.

Ainsi, les résultats sur la mesure prospective de la métacognition ont montré plusieurs effets. Tout d'abord, est apparu un effet significatif de l'âge sur le nombre de regards portés vers l'expérimentateur avant que l'enfant ne donne sa réponse. Comme l'indique le graphique dans la section ci-avant (Figure 2), on observe clairement que les enfants de 24 mois regardent globalement plus l'expérimentateur que les enfants de 30 et 36 mois.

Ensuite, on peut relever aussi un effet significatif du type de réponse donnée sur le nombre de regards vers l'expérimentateur avant que l'enfant ne donne sa réponse. Ainsi, on observe que

les enfants des différents groupes d'âge regardent plus en direction de l'expérimentateur avant de donner une réponse incorrecte que correcte (Figure 2).

Enfin, aucune interaction significative n'est apparue entre le groupe d'âge et la justesse de la réponse par rapport au nombre de regards portés avant de donner une réponse. Dès lors, l'effet du type de réponse (correcte ou incorrecte) influence le nombre de regards de la même manière dans les trois groupes d'âge.

Ces résultats, mis en lien avec la littérature scientifique déjà existante, montrent des concordances et des discordances avec d'autres études.

Ainsi, l'effet de l'âge sur le nombre de regards vers l'expérimentateur se relève significatif : les enfants de 24 mois regardent globalement plus l'expérimentateur que les deux autres groupes. Comment cela peut-il s'expliquer ?

L'étude de Podrouzek & Furrow (1988) a voulu examiner l'influence du sexe, de l'âge et du partenaire conversationnel, sur le contact visuel pendant des interactions, chez des enfants de 2 à 4 ans. Ainsi, l'étude consistait, pour chaque enfant, en des sessions de jeu libre avec leur mère puis avec un expérimentateur socialement interactif et réceptif aux activités de l'enfant. Toutes les interactions et déclarations de l'enfant ont été prises en compte.

Il est apparu que les enfants avaient un pourcentage plus élevé de contacts visuels avec l'expérimentateur qu'avec leur mère et que ce pourcentage diminuait avec l'âge. Donc, l'enfant établit plus de contacts visuels avec un étranger à l'âge de 2 ans qu'à l'âge de 4 ans.

Cela peut expliquer une différence liée à l'âge, dans les résultats de notre étude.

Néanmoins, la taille de cet effet était petite ( $\eta^2=0.02$ ). L'effet étant très faible, la force de relation statistique entre les deux variables était basse, ce qui amène à devoir prudemment interpréter cet effet.

Pour ce qui est de l'effet significatif du type de réponse donnée sur le nombre de regards lancés montrant que tous les enfants regardent plus avant de donner une réponse incorrecte que correcte, on se réfère ici à la surveillance de l'incertitude.

Au sujet de cette surveillance chez des enfants préscolaires, nous allons examiner les résultats, éclectiques, ressortant de différentes études en la matière.

Par exemple, l'étude de Lyons & Ghetti (2013), déjà présentée plus haut dans l'introduction théorique, a montré que des enfants entre 3 et 5 ans pouvaient émettre des jugements de confiance dans une tâche d'identification perceptuelle à l'aide d'une échelle de confiance. En

effet, ils émettaient des jugements de confiances plus élevés lors de réponses correctes qu'incorrectes. De même, l'étude de Coughlin et al. (2015), ayant recouru à une méthodologie très proche de celle de Lyons & Ghetti, a montré que les enfants entre 3 et 5 ans fournissaient des jugements de confiance plus élevés pour les réponses correctes qu'incorrectes.

Ainsi, ces résultats montrent que des enfants aussi jeunes peuvent surveiller leur incertitude dans une tâche d'identification perceptuelle.

Toutefois, dans notre étude, la tâche était une tâche mnésique de jugement à choix forcé et non, comme dans les études ci-dessus, une tâche perceptuelle à choix forcé. Dès lors, nous ne pouvons raisonnablement pas comparer nos résultats à ceux de ces études.

Pour ce qui est des études demandant à des enfants de surveiller leur incertitude à l'aide de tâche de mémoire, les résultats sont autres. L'étude de Hembacher & Ghetti (2014) a montré qu'une surveillance adéquate de l'incertitude n'apparaissait qu'à partir de 4 ans mais que les enfants autour de 3 ans pouvaient déjà adapter stratégiquement leurs réponses sur base de surveillance métacognitive en contexte de mémoire.

Dans notre étude, les enfants étaient âgés de 2 à 3 ans, âge différent de celui retenu dans l'étude de Hembacher & Ghetti (2014) pour une surveillance adéquate de l'incertitude dans une tâche mnésique.

De plus, notre étude n'utilisait pas de jugements de confiance pour évaluer les compétences métacognitives mais un paradigme purement implicite basé sur le nombre de regards de la part de l'enfant. Par conséquent, la comparaison de nos résultats avec ceux de cette étude n'est peut-être pas la plus probante.

De son côté, l'étude de Paulus et al. (2013) a examiné les capacités de surveillance métacognitive implicite chez des enfants de 3 ans et demi à l'aide d'un paradigme de suivi oculaire. Ce paradigme peut être mis en lien avec notre paradigme portant sur le nombre de regards adressés par l'enfant. Cette étude a utilisé une tâche d'apprentissage associée à une image jumelée suivant la conception de Balcomb & Gerken (2008) déjà présentée également dans l'introduction théorique.

Dans cette étude, un jugement de confiance explicite a été également réalisé. Il s'agissait pour les enfants d'évaluer leur performance de mémoire sur une échelle de confiance à 5 points (smileys) avec une évaluation implicite sur leur temps de fixation du regard aux différents points de l'échelle de confiance, à l'aide d'un eye-tracker.

Les résultats de l'étude indiquaient que les jugements de confiances explicites n'étaient pas différents pour les éléments correctement et incorrectement répondus mais pour ce qui est de l'évaluation implicite, la fixation différait selon les éléments. En effet, les enfants regardaient plus longtemps un smiley représentant une grande confiance après avoir répondu correctement à un élément qu'après avoir répondu incorrectement.

Ces résultats montrent que des capacités métacognitives implicites peuvent être présentes avant le développement de connaissances métacognitives explicites et que dès lors, les enfants savent surveiller leur incertitude de manière implicite.

Cependant, cette étude a utilisé un eye-tracker sur une échelle de confiance et elle concernait des enfants de 3 ans et demi. Qu'en est-il des études n'utilisant que des paradigmes implicites et chez des enfants plus jeunes ?

L'étude de Dautriche et al. (2022) a évalué la confiance des enfants de 2 ans dans leur compréhension de mots en adaptant une version du paradigme de persistance post-décisionnelle de Goupil & Kouider (2016) et en recourant à un paradigme d'anticipation du mouvement oculaire à l'aide d'un eye tracker.

Dans cette expérience, la procédure est composée de trois phases : phase d'écoute, phase d'anticipation et phase de récompense.

Ainsi, pendant la phase d'écoute, les enfants ont vu des paires d'images à l'écran, représentant soit deux objets connus soit deux objets inconnus et ont été invités à regarder l'un des objets à la suite d'une question (ex : « Ou est le chien ? »). Ensuite, les images s'effaçaient et apparaissait un point de fixation que les enfants devaient fixer. Par la suite, ils entendaient un énoncé les incitant à retrouver l'objet nommé (ex : « Ou était le chien ? »). Ainsi, la phase d'anticipation débutait dès que les enfants commençaient à regarder l'un des côtés où les images étaient à l'écran. Enfin, durant la phase de récompense, l'objet cible réapparaissait au même endroit qu'au début avec une animation encourageante.

Il en est ressorti que quand les enfants connaissaient l'objet, ils regardaient plus longtemps du côté de la cible après un regard anticipateur correct qu'après un regard anticipateur incorrect et qu'ils déplaçaient leur regard plus souvent lorsqu'ils étaient testés sur des mots inconnus.

Cela constitue un marqueur de confiance et de surveillance de l'incertitude.

Tenant en compte de toutes les études visées ci-dessus, on peut constater que les résultats sont différents et dépendent du type de tâche administrée aux enfants d'âge préscolaire.

Ainsi, si la tâche est une tâche perceptuelle, les enfants, dès 2 ans, sont capables de surveiller leur performance en estimant leur confiance dans leurs choix et font preuve de capacités métacognitives implicites (Coughlin et al., 2015 ; Dautriche et al., 2022 ; Lyons & Ghetti, 2013).

Toutefois, quand cela concerne une tâche de mémoire, les résultats sont autres. En effet, une surveillance adéquate de la mémoire n'apparaîtrait qu'à partir de l'âge de 4 ans plus ou moins (Hembacher & Ghetti, 2014). Dès lors, cela semble quelque peu contradictoire avec le résultat significatif de notre étude qui montre que les enfants regardaient plus l'expérimentateur avant de donner une réponse incorrecte que correcte. Néanmoins, pour rappel, la taille de cet effet significatif est très faible ( $\eta^2=0.02$ ), ce qui permettrait d'aller dans le sens de Hembacher & Ghetti (2014) selon lesquels faut attendre un âge plus avancé pour que la surveillance soit de meilleure qualité.

Enfin, aucune interaction significative n'apparaît entre le groupe d'âge et la justesse de la réponse par rapport au nombre de regards portés avant de donner sa réponse. Donc, l'effet du type de réponse (correcte ou incorrecte) influence le nombre de regards de la même manière dans les trois groupes. Ce qui nous permet de répondre négativement à notre hypothèse : il n'y a aucune différence entre les comportements métacognitifs chez les différents groupes d'âge des enfants participant à notre étude.

Ce résultat d'absence de toute différence liée à l'âge dans les indices implicites de surveillance métacognitive est assez surprenant.

En effet, nombreuses sont les études antérieures qui ont montré une amélioration de cette surveillance au fil de l'âge et ce, même chez les enfants d'âge préscolaire (Dautriche et al., 2022 ; Hembacher & Ghetti, 2014 ; Lyons & Ghetti, 2013).

Ce résultat peut s'expliquer par le niveau de difficulté de la tâche de mémoire propre à notre étude laquelle n'a pas été adaptée et ajustée pour les différents groupes d'âge des participants : la performance est en-dessous du hasard pour les groupes de 24 et 30 mois et au-dessus pour le groupe de 36 mois mais ce groupe n'a pas non plus un pourcentage élevé, autour de 70%, de réponses correctes, comme c'est le cas dans les études récentes, avec paradigme adapté (Carpenter et al., 2018 ; Fleming et al., 2014 ; Geurten & Bastin, 2019 ; Lee et al., 2018).

Comme déjà dit dans l'introduction théorique, la sensibilité métacognitive est souvent affectée par le rendement de la tâche (Fleming & Lau, 2014). Ainsi, un individu aura une évaluation plus correcte de sa performance avec une tâche facile qu'avec une tâche difficile.



Cela est logique : on est plus confiant dans sa performance et son jugement dans une tâche facile qu'on ne l'est lorsque la tâche est difficile.

Dès lors, comme notre tâche mnésique n'est pas adaptée aux différents groupes d'âge de nos jeunes participants, les jugements métacognitifs de ces derniers ont peut-être été affectés par le rendement de la tâche cognitive.

L'étude de Fleming et al. (2016) s'est penchée sur cet impact. Cette étude avait pour but de quantifier les influences sur les jugements métacognitifs prospectifs et rétrospectifs, en utilisant une même tâche de discrimination visuelle, avec des stimuli répétés et similaires de difficulté constante, à l'aide de la procédure d'escalier de Levitt. La tâche consistait à présenter deux cercles avec un nombre variable de points dans chaque cercle, un contenant 50 points et l'autre plus de 50. Ensuite, les participants devaient choisir lequel des deux cercles contenait le plus de points. Enfin, ils devaient indiquer leur confiance quant à leur choix, sur une échelle de confiance mais tous les cinquièmes essais consécutifs, il leur était demandé de d'abord évaluer leur confiance sur leur futur choix de cercle.

Il est apparu que les jugements rétrospectifs étaient plus précis et calibrés que les jugements prospectifs alors que ces derniers sont davantage susceptibles d'être fondés sur des antécédents de rendement et peuvent donc être biaisés si le niveau de difficulté de la tâche varie.

Une autre étude, l'étude de Siedlecka et al. (2016), a examiné si les jugements métacognitifs prospectifs et rétrospectifs différaient dans leur précision, dans une tâche de mémoire.

Cette tâche était une tâche d'anagrammes où était présentée une anagramme en majuscules pendant une vingtaine de secondes pour l'étudier puis celle-ci était masquée durant plusieurs secondes. Les participants étaient assignés aléatoirement dans une des conditions.

Dans la condition rétrospective, un mot cible suivait ce masquage puis, il était demandé aux sujets si ce mot pouvait être une solution à l'anagramme vue précédemment en choisissant soit l'option 'oui' soit l'option 'non'. Après avoir choisi, il leur était demandé d'évaluer leur certitude sur une échelle de confiance. Dans la condition prospective, il a d'abord été demandé aux participants d'évaluer leur confiance dans la décision de solution puis, de prendre la décision réelle.

Les résultats de cette étude disaient que les jugements de confiance rétrospectifs et prospectifs étaient en lien avec le niveau de performance mais que les évaluations de confiance données prospectivement étaient moins précises.

Ainsi, les jugements de confiance sont plus exacts lorsqu'ils se basent sur la réponse déjà donnée (jugements rétrospectifs) que lorsqu'ils se rapportent à une réponse future (jugements prospectifs).

En résumé, il apparaît que les jugements métacognitifs dépendent du rendement de la tâche. Dès lors, si la tâche cognitive n'est pas adaptée avec un niveau de difficulté constant, ces jugements métacognitifs sont impactés et biaisés et plus particulièrement, les jugements prospectifs qui sont plus sensibles à la performance et moins précis que les jugements rétrospectifs.

Ce constat peut expliquer nos résultats, peu concluants, eu égard à la caractéristique de notre tâche mnésique.

Concernant les résultats sur la mesure rétrospective de la métacognition au sein de notre étude, aucun effet significatif n'apparaît.

Pour rappel, il ressort que le groupe d'âge n'a pas d'effet significatif sur le nombre de regards vers l'expérimentateur.

De même, le type de réponse donné n'a pas d'effet significatif sur le nombre de regards.

Enfin, il n'y a pas non plus d'interaction significative entre le groupe d'âge et la justesse de la réponse par rapport au nombre de regards après avoir donné sa réponse.

Étant donné qu'aucun effet significatif n'apparaît, nous ne pouvons interpréter ces résultats.

Néanmoins, nous pouvons faire un lien entre ces résultats non-significatifs et le fait que la tâche de mémoire n'était pas adéquate car les jugements métacognitifs sont corrélés et dépendent du niveau de performance (Fleming et al., 2014 ; Fleming et al., 2016 ; Siedlecka et al., 2016).

De plus, selon les études décrites ci-dessus, les jugements rétrospectifs sont censés, à la base, être plus précis et mieux calibrés que les jugements prospectifs. Donc, si ces jugements rétrospectifs ne sont pas concluants, cela peut expliquer les résultats des jugements prospectifs.

### 6.1.3. Hypothèse 3 : Relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive

L'objectif était ici exploratoire et visait à comprendre les variables pouvant intervenir dans la performance métacognitive aux différents âges ainsi qu'à voir si les fonctions exécutives sont liées aux habiletés métacognitives chez les tout petits.

Malheureusement, l'accomplissement de cette tâche d'inhibition « Go/no-go du chat botté » fut compliqué chez les différents groupes d'âge d'enfants, amenant à des résultats peu fiables au niveau de l'analyse d'une relation entre le fonctionnement exécutif et l'exactitude métacognitive chez ceux-ci.

Afin d'expliquer cette difficulté dans l'obtention de résultats chez des enfants d'âge préscolaire, nous pouvons, en nous basant sur la littérature scientifique déjà existante, nous poser la question de savoir s'il existe une relation entre les fonctions exécutives et la métacognition et si oui, si elle est déjà présente chez des jeunes enfants ?

Tout d'abord, il apparaît que les fonctions exécutives et la métacognition possèdent quelques caractéristiques communes : toutes deux demandent un traitement contrôlé ou automatisé (par exemple, des processus de régulation contrôlés et dynamiques lors d'une tâche nouvelle ou complexe), elles sont associées à des régions cérébrales comparables (exemple : le cortex préfrontal) et elles suivent des trajectoires développementales similaires (Pennequin, 2021 ; Roebbers & Feurer, 2015).

De plus, les processus de métacognition et exécutif interviennent principalement dans la prise de décision, la sélection de stratégies, la détection d'erreurs et sont donc importants pour l'adaptation de l'homme à son environnement (Pennequin, 2021).

La métacognition et les fonctions exécutives sont aussi liées à la performance académique (Pennequin, 2021). Par exemple, un élève en difficultés d'apprentissage utilise moins de stratégies ou les utilise de manière non efficace mais il ne se rend pas compte de cette inefficacité dans sa démarche et il persiste dans celle-ci. Cela montre un manque de flexibilité. De plus, l'utilisation de stratégies efficaces demande des connaissances et stratégies métacognitives dont l'intéressé ne dispose pas.

Ainsi donc, on observe que les fonctions exécutives et la métacognition se ressemblent un peu et paraissent être liées.

Quelques études se sont dès lors penchées sur les possibles liens entre les fonctions exécutives et la métacognition.

Toutefois, l'évaluation de la relation entre les fonctions exécutives et la métacognition est compliquée car il n'y a aucun consensus sur la façon de procéder, de manière fiable, à l'étude de cette relation (Marulis et al., 2020).

C'est pourquoi, les preuves empiriques sur les liens entre ces deux processus sont rares. Néanmoins, quelques travaux décrits ci-dessous ont évalué empiriquement ces deux processus dans une même étude. Cependant, ces travaux présentent des différences conceptuelles et méthodologiques entre eux.

Tout d'abord, l'étude de Roebers et al. (2012) a examiné longitudinalement les associations entre le fonctionnement exécutif et les capacités métacognitives chez des enfants de 7 ans, avec un retesting un an après.

Plusieurs tâches évaluant les fonctions exécutives ont été sélectionnées : tâche Stroop fruits (dire le plus vite possible la vraie couleur d'un fruit coloré dans une autre couleur), fluence verbale (nommer le plus d'animaux et d'aliments dans un délai d'une minute) et tâche de flexibilité cognitive/mise à jour (cliquer du côté du stimulus de la première catégorie puis cliquer du côté du stimulus de la deuxième catégorie et ainsi de suite). Pour ce qui est de la métacognition, le suivi métacognitif a été évalué par des jugements de confiance sur une tâche d'écriture et le contrôle cognitif par la possibilité d'auto-correction dans cette même tâche.

Les résultats montraient que les fonctions exécutives et les processus de contrôle métacognitifs sont notablement liés et participent ensemble à une meilleure prédiction des résultats scolaires.

Une autre étude, celle de Bryce et al. (2014), a voulu se pencher sur les relations entre les compétences métacognitives et les fonctions exécutives chez des enfants de 5 et 7 ans lors d'une tâche de résolution de problèmes. Dans cette étude, le suivi métacognitif a été évalué en suivant l'avancement dans la tâche de résolution de problèmes (si, par exemple, il y a vérification du plan, détection d'erreurs) et pour ce qui concerne le contrôle, s'il y a des comportements de régulation pendant la tâche (par exemple, s'il y a changement de stratégie, tri).

La tâche exécutive utilisée dans cette étude était une tâche Stroop où les enfants devaient entre deux images sélectionner l'animal qui était le plus grand dans la vie réelle. Les images étaient par moments conformes avec la réalité (grand éléphant et petite souris) et par moments, non conformes (petit éléphant et grande souris), ce qui demandait dès lors un contrôle inhibiteur.

Les résultats sont qu'il y a plus de relation entre la métacognition et les fonctions exécutives chez les enfants de 5 ans que chez ceux de 7 ans et que la métacognition est le meilleur prédicteur de la réussite scolaire. Ces résultats pouvaient s'expliquer par le fait que les fonctions exécutives sont nécessaires au développement des compétences métacognitives mais ne font pas partie intégrante de ces compétences plus matures. Ainsi, la relation entre les deux processus change avec l'âge.

Ensuite, l'étude de Marulis & Nelson (2020) qui a été décrite plus haut, a montré des associations modérées à fortes entre les compétences en fonctions exécutives et la métacognition chez des jeunes de 3 à 5 ans.

Enfin, pour rappel, notre tâche d'inhibition motrice s'est inspirée de la tâche « Go/no-go du chat botté » de l'étude de Geurten et al. (2016) qui avait pour objectif d'examiner l'influence des fonctions exécutives sur la métamémoire chez des enfants âgés de 4, 6, 9 et 11 ans.

Cette étude contenait une batterie de tâches exécutives mesurant l'inhibition (dont la tâche go/no-go), la planification, la mémoire de travail et la fluidité verbale. Notre tâche go/no-go fut juste simplifiée au niveau du nombre d'essais, du timing de présentation de chaque stimuli ainsi que des intervalles interstimulis, par rapport à la tâche originelle. La tâche évaluant la métacognition consistait à montrer des vignettes aux enfants et selon le scénario, ceux-ci devaient énumérer le plus de stratégies applicables ou choisir parmi deux réponses et justifier leur réponse.

Il en est ressorti des corrélations significatives entre le temps de réaction et le nombre d'erreurs sur les deux tâches d'inhibition. Ce qui a amené à calculer des scores composites regroupant ces mesures. Dès lors, nous ne pouvons pas déterminer les résultats spécifiques obtenus pour la tâche go/no-go mais nous avons néanmoins un aperçu des influences de l'inhibition en général. Les résultats de l'étude ont montré des associations significatives, faibles à modérées entre les fonctions exécutives et la métacognition pour les enfants de 6 ans et plus mais aucune pour les enfants de 4 ans. Il apparaît donc que la relation entre ces deux processus est nuancée.

En considérant toutes ces études, on peut estimer qu'une association développementale entre les fonctions exécutives et la métacognition existe dans la petite enfance. Mais alors pourquoi les enfants participant à notre étude ont-ils éprouvé des difficultés avec la tâche que nous leur avons proposée ?

L'explication est peut-être que la tâche utilisée, qui est une tâche inspirée d'une des tâches exécutives de l'étude de Geurten et al. (2016), n'est pas adaptée pour des enfants aussi jeunes ou alors que les processus inhibiteurs ne sont pas encore développés chez des enfants de 2 à 3 ans.

L'étude de Gandolfi et al. (2014) a examiné la nature des processus d'inhibition chez des enfants de 24 à 48 mois.

Ainsi, pour évaluer l'inhibition, une batterie de tests a été employée pour étudier précisément deux capacités inhibitrices : l'inhibition de réponse (supprimer une réponse dominante mais inappropriée) et la suppression d'interférence (traiter l'interférence des caractéristiques potentiellement contradictoires).

Pour ce qui concerne les enfants âgés de 24 à 32 mois, la *tâche de dessin en cercle* (les enfants devaient dessiner un cercle suivant différentes instructions qui étaient soit neutres soit demandant une inhibition) et la *Tower Building* (les enfants devaient construire, à tour de rôle, une tour avec l'expérimentateur et ils devaient spontanément signaler à l'expérimentateur que c'était à son tour d'agir) ont été administrées, pour évaluer l'inhibition de réponse.

Pour ce qui est de l'évaluation de la suppression d'interférence, il y avait la tâche *Fish Task* où les enfants devaient pointer du côté où le poisson cible est orienté, la tâche *Animal Task* où les enfants devaient choisir de bonnes associations entre les stimuli animal-couleur de maison, ce qui demande également de la mémoire et une tâche de *Catégorisation inverse* où les enfants devaient classer des objets selon différentes règles.

Pour les enfants âgés de 36 à 48 mois, il y avait certaines tâches qui étaient identiques et il y en avait d'autres qui s'ajoutaient dont le *Day/Night Stroop* où les enfants devaient dire nuit quand ils voient une carte soleil et inversement et la tâche *Tri de cartes* où les enfants triaient des cartes selon la couleur puis selon la forme puis selon une autre règle etc.

Les résultats sont une performance significativement meilleure dans toutes les tâches chez les enfants plus âgés.

Plus spécifiquement, les résultats ont montré aussi que les processus inhibiteurs ne sont pas encore différenciés avant l'âge de 36 mois et que chez des enfants plus jeunes, la performance d'inhibition implique la capacité d'inhiber une réponse impulsive ou dominante (=inhibition de réponse).

Ainsi, les choix de tests peuvent influencer sur les constatations car chez les enfants de 24 à 36 mois, l'accomplissement des tâches de suppression d'interférence exigeait un contrôle d'attention trop élevé.

En comparant cette étude avec nos résultats, on peut considérer que la tâche « Go-nogo du chat botté » aurait pu convenir car elle évalue l'inhibition d'une réponse. Toutefois, la difficulté résidait peut-être dans le fait que le testing se passe sur un ordinateur et demande une réponse motrice, en appuyant sur une touche de celui-ci se situant au milieu d'un tas d'autres ou n'importe où sur un écran.

Néanmoins, la littérature nous montre qu'une relation entre les fonctions exécutives et la métacognition existe et que ces deux processus jouent un rôle dans la réussite scolaire en interagissant entre eux. Pour ce qui est de l'évolution de cette relation avec l'âge, globalement, les études témoignent d'une telle évolution (Bryce et al., 2014 ; Geurten et al., 2016 ; Marulis & Nleson, 202 ; Roebbers et al., 2012).

## 6.2. Limites et propositions d'amélioration

Dans cette partie, nous allons évoquer certaines limites que connaît notre étude, dont certaines ont déjà été abordées lors de notre discussion.

De fait, nous avons rencontré certaines difficultés lors de la réalisation de ce travail.

Des pistes d'amélioration peuvent être avancées pour de futures recherches sur le sujet, nous en parlerons aussi.

### 6.2.1. Échantillon

Lors de l'analyse de puissance réalisée via GPower (Faul et al., 2007), il est apparu qu'il fallait la participation de 66 sujets pour rencontrer un critère statistique avec un effet de taille moyenne, avec seuil d'erreur de 0.05 et de puissance 0.80.

Malheureusement, seuls 51 enfants ont été testés, ne permettant pas, dès lors, d'atteindre une telle puissance statistique.

De plus, chaque tranche d'âge ne comportait pas un nombre identique d'enfants (N=16 pour les 24 mois, N=17 pour les 30 mois et N=18 pour les 36 mois).

Ensuite, certaines caractéristiques comme le niveau socio-économique des parents des participants peut constituer une limite de notre étude. Ainsi, le nombre moyen d'années d'études suivies par les parents des enfants de chaque groupe d'âge allait de moyen à supérieur (Groupe de 24 mois : M=13,063 EE=2,82 ; Groupe de 30 mois : M=14,676 EE=2,29 ; Groupe de 36 mois : M=13,972 EE=2,17).

Ce niveau socio-économique peut avoir une influence sur les résultats obtenus au niveau des tâches cognitives administrées, eu égard à l'impact de l'éducation donnée à l'enfant sur le développement des fonctions cognitives évaluées ici.

### 6.2.2. Design

Dans notre travail, nous avons eu recours à un paradigme que nous avons créé de toutes pièces pour ce qui est de la tâche de mémoire, ce qui rend compliquée la comparaison de nos résultats avec ceux d'autres études antérieures.

De plus, notre paradigme s'est avéré non adapté pour les différents groupes d'âge des enfants testés, rendant, dès lors, la comparaison avec d'autres études impossible.

Car, comme mentionné dans la discussion, les jugements métacognitifs tant prospectifs que rétrospectifs dépendent du rendement d'une tâche (Fleming & Lau, 2014 ; Fleming et al., 2016 ; Siedlecka et al., 2016).

Donc, il faut modifier et plus précisément simplifier cette tâche mnésique, soit en diminuant le nombre de vidéos, dans chaque série de celles-ci, pour chaque tranche d'âge afin de faciliter la mémorisation d'un maximum d'informations soit en séparant la tâche en plusieurs blocs de vidéos, afin de pouvoir utiliser une procédure d'escalier en vue d'ajuster le niveau de difficulté, comme pratiqué dans différentes tâches de mémoire (Carpenter et al., 2018 ; Lee et al., 2018).

### 6.2.3. Méthodologie

En lien avec ce qui vient d'être dit, il apparaît aussi que nos tâches et leur adaptabilité à des enfants n'ont pas été contrôlées à l'aide de prétests, ce qui crée quelques limites dans la méthodologie de notre travail.

Nous pouvons soulever que nous avons eu recours à plusieurs expérimentateurs.

En effet, quatre étudiantes de 3<sup>e</sup> bachelier et moi-même, soit 5 personnes, ont procédé aux testings, engendrant des conditions de réalisation de ceux-ci différentes selon la connaissance des consignes et de la tâche propre à chacune d'entre nous, le contact noué avec les enfants, ... Ainsi, certains testings n'ont pu être effectués totalement (tâche exécutive compliquée à réaliser par certains participants), ce qui induit que nos données ne sont pas totalement fiables.

Ensuite, certaines contraintes liées aux tâches proposées aux enfants ont été détectées en cours de route.

Par exemple, pour ce qui est de la tâche de mémoire, certains enfants montraient des signes de fatigabilité par moments (bâillements, détournements de regard par rapport à l'écran, ...) et avaient dès lors du mal à regarder l'ensemble des vidéos et par conséquent, à retenir l'ensemble des lieux où étaient cachés les jouets. De plus, il est apparu que certains enfants ne connaissaient



pas certaines couleurs (comme le gris) ou avaient une couleur fétiche, ce qui était de nature à influencer leur réponse (préférence pour la couleur connue ou préférée).

Pour ce qui est de la tâche exécutive, les enfants se comportaient, dans l'ensemble, de deux façons : soit ils appuyaient sans arrêt sur l'une ou l'autre des touches du clavier soit ils n'appuyaient que rarement voire jamais sur une de ces touches.

Une des explications de ce comportement peut résider dans le fait que certains parents nous ont rapporté soit qu'ils n'avaient jamais vraiment confronté leur enfant à l'utilisation d'un ordinateur, ce qui a pu créer, chez celui-ci un effet de nouveauté et donc, une crainte de toucher l'ordinateur soit que leur enfant avait un attrait très fort pour l'ordinateur qu'il voyait voire utilisait quotidiennement, ce qui lui procurait beaucoup de satisfaction, de plaisir et pouvait expliquer un comportement répétitif et un usage intempestif des touches du clavier de l'ordinateur.

Par conséquent, une modification dans la réalisation de cette tâche devrait être opérée, en changeant l'endroit où l'enfant doit appuyer, en utilisant plutôt un buzzer afin de mettre une distance entre lui et l'ordinateur ou alors en utilisant une autre tâche exécutive d'inhibition ne passant pas par l'usage d'un ordinateur (exemple de Tower Building ou tâche de dessin en cercle utilisée dans l'étude de Gandolfi et al. (2014) pour des enfants de 24 à 32 mois).

## 7. Conclusions

Pour conclure, nous allons, dans cette dernière section, revenir sur les différents résultats de cette étude et sur les perspectives qu'elle ouvre pour de futures recherches.

Pour rappel, l'objectif principal de ce travail était d'explorer transversalement les changements intervenant, au niveau de la métacognition, tout au long de la petite enfance (24,30 et 36 mois) en créant un paradigme expérimental adéquat rendant, possible la comparaison entre les différents âges.

Dans la première partie théorique de ce mémoire, différentes études ont été décrites afin de permettre d'établir et de mieux comprendre l'état des lieux, concernant les connaissances sur la métacognition et son développement précoce.

Ainsi, diverses études ont enrichi les modèles déjà existants sur le concept de métacognition, en ajoutant au versant explicite demandant des capacités métacognitives plutôt conscientes, un versant implicite, faisant appel à des capacités métacognitives davantage automatiques et moins conscientes.

Dès lors, il est apparu que l'enfant pouvant faire preuve de capacités métacognitives à un âge plus précoce que ce que les résultats initiaux permettaient de considérer.

C'est ainsi que la tâche de mémoire a été créée en adaptant le niveau de difficulté aux différents âges des enfants participant à l'étude, afin de pouvoir observer de manière transversale un possible changement des capacités métacognitives précoces. Cette tâche était une tâche de reconnaissance à choix forcé où l'enfant devait pointer du doigt l'endroit où il pensait qu'était caché le jouet qu'il a vu précédemment dans une vidéo. L'évaluation de la métacognition reposait sur le nombre de regards lancés avant et après un indice, ce qui constituait à un paradigme implicite et comportemental.

Il est apparu que la tâche de reconnaissance à choix forcé n'était pas adaptée et ajustée pour les différents âges présents dans l'étude, ce qui pu biaiser les résultats sur les capacités métacognitives, lesquels ne montrent aucune différence de ces capacités, entre les trois groupes d'âges.

Ensuite, un autre objectif de ce travail, de nature exploratoire, était de comprendre les variables pouvant intervenir dans la performance métacognitive aux différents âges. Des études antérieures ont montré un lien existant entre les habiletés métacognitives et le fonctionnement exécutif au cours du développement de l'enfant (Bryce et al, 2014 ; Roebers et al., 2012 ;

Whitebread, 1999). Dès lors, nous avons voulu voir si cette relation existait chez des enfants appartenant à la petite enfance, en utilisant une épreuve d'inhibition inspirée de celle de Geurten et al. (2016).

Il en est ressorti que la réalisation de cette tâche fut compliquée pour les jeunes enfants donnant des résultats peu fiables pour la réalisation d'une analyse.

En conclusion, cette étude transversale n'a pas fourni de résultats significatifs quant à une différence de comportements métacognitifs entre les enfants des différents groupes d'âge repris dans l'étude.

Ces résultats sont en contradiction avec ceux de certaines études évoquant des changements, et plus précisément, une amélioration, de l'exactitude de ces comportements métacognitifs, avec l'âge (Lockl & Schneider, 2002 ; Lyons & Ghetti, 2013).

Néanmoins, il serait intéressant de répliquer cette étude au vu du domaine qu'elle investigate, soit le développement des capacités métacognitives chez les tout petits à l'aide d'un outil applicable à un large panel d'individus, en modifiant le paradigme de la tâche mnésique et le déroulement de la tâche exécutive ainsi qu'en corrigeant certaines limites, afin d'y voir plus clair à ce niveau et d'obtenir, sans doute, des résultats différents.

## 8. Bibliographie

- Balcomb, F., & Gerken, L. A. (2008). Three-year-old children can access their own memory to guide responses on a visual matching task. *Developmental Science, 11*(5), 750-760. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00725.x>
- Bazhydai, M., Westermann, G., & Parise, E. (2020). “I don’t know but I know who to ask” : 12-month-olds actively seek information from knowledgeable adults. *Developmental Science, 23*(5). <https://doi.org/10.1111/desc.12938>
- Blaser, E., & Káldy, Z. (2010). Infants get five stars on iconic memory tests. *Psychological Science, 21*(11), 1643-1645. <https://doi.org/10.1177/0956797610385358>
- Bosson, M., Hessels, M. G., & Hessels-Schlatter, C. (2009). Le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des élèves en difficulté d’apprentissage. *Développements, n° 1*(1), 14-20. <https://doi.org/10.3917/devel.001.0014>
- Bryce, D., Whitebread, D., & Szűcs, D. (2014). The relationships among executive functions, metacognitive skills and educational achievement in 5 and 7 year-old children. *Metacognition and Learning, 10*(2), 181-198. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9120-4>
- Carpenter, J. M., Sherman, M. T., Kievit, R. A., Seth, A. K., Lau, H., & Fleming, S. M. (2018). Domain-general enhancements of metacognitive ability through adaptive training. *bioRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory)*. <https://doi.org/10.1101/388058>
- Coughlin, C., Hembacher, E., Lyons, K. E., & Ghetti, S. (2015). Introspection on uncertainty and judicious help-seeking during the preschool years. *Developmental Science, 18*(6), 957-971. <https://doi.org/10.1111/desc.12271>
- Cultice, J. C., Somerville, S. C., & Wellman, H. M. (1983). Preschoolers’ Memory Monitoring : Feeling-of-Knowing Judgments. *Child Development, 54*(6), 1480. <https://doi.org/10.2307/1129810>
- Dautriche, I., Goupil, L., Smith, K., & Rabagliati, H. (2022). Two-Year-Olds’ eye movements reflect confidence in their understanding of words. *Psychological Science, 33*(11), 1842-1856. <https://doi.org/10.1177/09567976221105208>
- Doly, A-M. (2006). La métacognition : de sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l’école. *HAL, 84-124*
- Dunlosky, J., & Metcalfe, J. (2009). *Metacognition*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*, 175-191

- Ferrara, K., Furlong, S., Park, S., & Landau, B. (2017). Detailed visual memory capacity is present early in childhood. *Open Mind*, 2(1), 14-25.  
[https://doi.org/10.1162/opmi\\_a\\_00014](https://doi.org/10.1162/opmi_a_00014)
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring : a new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.  
<https://doi.org/10.1037/0003-066x.34.10.906>
- Fleming, S. M., & Lau, H. (2014). How to measure metacognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00443>
- Fleming, S. M., Massoni, S., Gajdos, T., & Vergnaud, J. (2016). Metacognition about the past and future : quantifying common and distinct influences on prospective and retrospective judgments of self-performance. *Neuroscience of Consciousness*, 2016(1), niw018. <https://doi.org/10.1093/nc/niw018>
- Fleming, S. M., Ryu, J., Golfinos, J. G., & Blackmon, K. (2014). Domain-specific impairment in metacognitive accuracy following anterior prefrontal lesions. *Brain*, 137(10), 2811-2822. <https://doi.org/10.1093/brain/awu221>
- Fleming, S. M., Weil, R. S., Nagy, Z., Dolan, R. J., & Rees, G. (2010). Relating introspective accuracy to individual differences in brain structure. *Science*, 329(5998), 1541-1543.  
<https://doi.org/10.1126/science.1191883>
- Frenkel, S. (2014). Composantes métacognitives ; définitions et outils d'évaluation. *Enfance*, N° 4(4), 427-457. <https://doi.org/10.3917/enf1.144.0427>
- Gandolfi, E., Viterbori, P., Traverso, L., & Usai, M. C. (2014). Inhibitory Processes in Toddlers : A latent-variable approach. *Frontiers in Psychology*, 5.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00381>
- Geurten, M., & Bastin, C. (2019). Behaviors speak louder than explicit reports : implicit metacognition in 2.5-year-old children. *Developmental Science*, 22(2).  
<https://doi.org/10.1111/desc.12742>
- Geurten, M., Catale, C., & Meulemans, T. (2015). Involvement of executive functions in children's metamemory. *Applied Cognitive Psychology*, 30(1), 70-80.  
<https://doi.org/10.1002/acp.3168>
- Geurten, M., & Willems, S. (2016). Metacognition in early childhood : fertile ground to understand memory development ? *Child Development Perspectives*, 10(4), 263-268.  
<https://doi.org/10.1111/cdep.12201>
- Ghetti, S. (2008). Rejection of false events in childhood. *Current Directions in Psychological Science*, 17(1), 16-20. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00540.x>

- Ghetti, S., Hembacher, E., & Coughlin, C. (2013). Feeling uncertain and acting on it during the preschool years : a metacognitive approach. *Child Development Perspectives*, 7(3), 160-165. <https://doi.org/10.1111/cdep.12035>
- Goupil, L., & Kouider, S. (2016). Behavioral and neural indices of metacognitive sensitivity in preverbal infants. *Current Biology*, 26(22), 3038-3045. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.09.004>
- Goupil, L., Romand-Monnier, M., & Kouider, S. (2016). Infants ask for help when they know they don't know. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(13), 3492-3496. <https://doi.org/10.1073/pnas.1515129113>
- Hampton, R. R. (2001). Rhesus monkeys know when they remember. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(9), 5359-5362. <https://doi.org/10.1073/pnas.071600998>
- Hembacher, E., & Ghetti, S. (2014). Don't look at my answer. *Psychological Science*, 25(9), 1768-1776. <https://doi.org/10.1177/0956797614542273>
- Hurlock, E. B., & Newmark, E. D. (1931). The memory span of preschool children. *The Pedagogical seminary and journal of genetic psychology*, 39(2), 157-173. <https://doi.org/10.1080/08856559.1931.10532304>
- Kim, S., Paulus, M., Sodian, B., & Proust, J. (2016). Young children's sensitivity to their own ignorance in informing others. *PLOS ONE*, 11(3), e0152595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152595>
- Koriat, A. (2012). The relationships between monitoring, regulation and performance. *Learning and Instruction*, 22(4), 296-298. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.01.002>
- Koriat, A., Goldsmith, M., Schneider, W., & Nakash-Dura, M. (2001). The credibility of children's testimony : Can children control the accuracy of their memory reports ? *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(4), 405-437. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2612>
- Le Berre, A. L., Eustache, F., & Beaunieux, H. (2009). La métamémoire : théorie et clinique. *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, 1(4), 312. <https://doi.org/10.3917/rne.014.0312>
- Lee, A., Ruby, E., Giles, N., & Lau, H. (2018). Cross-Domain association in metacognitive efficiency depends on First-Order task types. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02464>
- Levitt, H. (1971). Transformed Up-Down Methods in Psychoacoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 49(2B), 467-477. <https://doi.org/10.1121/1.1912375>
- Livingston, J. A. (1997). Metacognition: An Overview [Online]. Retrieved from <http://gse.buffalo.edu/fas/shuell/cep564/metacognition.htm>

- Lockl, K., & Schneider, W. (2002). Developmental trends in children's feeling-of-knowing judgements. *International Journal of Behavioral Development*, 26(4), 327-333. <https://doi.org/10.1080/01650250143000210>
- Lyons, K. E., & Ghetti, S. (2010). Metacognitive development in Early Childhood : New questions about old assumptions. Dans *Springer eBooks* (p. 259-278). [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6546-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6546-2_12)
- Lyons, K. E., & Ghetti, S. (2013). I don't want to pick ! Introspection on uncertainty supports early strategic behavior. *Child Development*, 84(2), 726-736. <https://doi.org/10.1111/cdev.12004>
- Mariné, C., & Huet, N. (1998). Techniques d'évaluation de la métacognition. I les mesures indépendantes de l'exécution de tâches. II les mesures dépendantes de l'exécution de tâches. *Annee Psychologique*, 98(4), 711-742. <https://doi.org/10.3406/psy.1998.28566>
- Marulis, L. M., Baker, S., & Whitebread, D. (2020). Integrating metacognition and executive function to enhance young children's perception of and agency in their learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 50, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.12.017>
- Marulis, L. M., & Nelson, L. J. (2020). Metacognitive processes and associations to executive function and motivation during a problem-solving task in 3–5 year olds. *Metacognition and Learning*, 16(1), 207-231. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09244-6>
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: a theoretical framework and new findings. *The Psychology of learning and motivation*, 26, 125-141. Doi: 10.1016/S0079-7421(08)60053-5
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 1-25). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Paulus, M., Proust, J., & Sodian, B. (2013). Examining implicit metacognition in 3.5-year-old children : an eye-tracking and pupillometric study. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00145>
- Pennequin, V. (2021). Métacognition et flexibilité : quels liens théoriques et quels liens observés ?. Dans Clément, E. (dir.), *La flexibilité cognitive : Pierre angulaire de l'apprentissage* (pp. 60-80). ITSE éditions
- Podrouzek, W., & Furrow, D. (1988). Preschoolers' use of eye contact while speaking : the influence of sex, age, and conversational partner. *Journal of Psycholinguistic Research*. <https://doi.org/10.1007/bf01067066>
- Psychology Software Tools, Inc. [E-Prime 3.0]. (2016).
- Rahnev, D., & Fleming, S. M. (2019). How experimental procedures influence estimates of metacognitive ability. *Neuroscience of Consciousness*, 2019(1). <https://doi.org/10.1093/nc/niz009>

- Roebbers, C. M., Cimeli, P., Röthlisberger, M., & Neuenschwander, R. (2012). Executive functioning, metacognition, and self-perceived competence in elementary school children : an explorative study on their interrelations and their role for school achievement. *Metacognition and Learning*, 7(3), 151-173.  
<https://doi.org/10.1007/s11409-012-9089-9>
- Roebbers, C. M., & Feurer, E. (2015). Linking executive functions and procedural metacognition. *Child Development Perspectives*, 10(1), 39-44.  
<https://doi.org/10.1111/cdep.12159>
- Roebbers, C. M., Krebs, S., & Roderer, T. (2014). Metacognitive monitoring and control in elementary school children : their interrelations and their role for test performance. *Learning and Individual Differences*, 29, 141-149.  
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.003>
- Saint-Pierre, L. (2007). La métacognition, qu'en est-il ? *Revue des sciences de l'éducation*, 20(3), 529-545. <https://doi.org/10.7202/031740ar>
- Schneider, W., Visé, M., Lockl, K., & Nelson, T. O. (2000). Developmental trends in Children's memory monitoring. *Cognitive Development*, 15(2), 115-134.  
[https://doi.org/10.1016/s0885-2014\(00\)00024-1](https://doi.org/10.1016/s0885-2014(00)00024-1)
- Siedlecka, M., Paulewicz, B., & Wierzchoń, M. (2016). But I was so sure ! Metacognitive judgments are less accurate given prospectively than retrospectively. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00218>
- Simmering, V. R. (2012). The development of visual working memory capacity during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111(4), 695-707.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.10.007>
- Son, L. K. (2005). Metacognitive Control : Children's Short-Term versus Long-Term Study Strategies. *The Journal of General Psychology*, 132(4), 347-364.  
<https://doi.org/10.3200/genp.132.4.347-364>
- Son, L. K., & Schwartz, B. L. (2002). The relation between metacognitive monitoring and control. Dans *Cambridge University Press eBooks* (p. 15-38).  
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511489976.003>
- Van Overschelde, J. P. (2008). Metacognition: knowing about knowing. In J. D. R. A. Bjork (Ed.), *Handbook of metamemory and memory* (pp. 47-71). New York, NY: Psychology Press.
- Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1990). What influences learning ? A content analysis of review literature. *The Journal of Educational Research*, 84(1), 30-43.  
<https://doi.org/10.1080/00220671.1990.10885988>
- Whitebread, D. (1999). Interactions between children's metacognitive abilities, working memory capacity, strategies and performance during problem-solving. *European*



*Journal of Psychology of Education*, 14(4), 489-507.  
<https://doi.org/10.1007/bf03172975>