

Université de Montréal

L'évaluation sociale et l'apprentissage en contexte social des nourrissons

Par

Camille Fortin

Département de psychologie

Faculté des arts et des sciences

Essai doctoral présenté à la faculté des arts et des sciences

en vue de l'obtention du grade de Doctorat en psychologie – Option neuropsychologie clinique
(D.Psy)

Août 2019

© Camille Fortin, 2019

Résumé

L'évaluation sociale est une habileté de nature évolutive qui permet aux humains d'identifier les individus qui sont susceptibles de les aider et de les distinguer de ceux qui pourraient leur causer du tort (Hamlin, Wynn et Bloom, 2007). Essentielle au bon fonctionnement en société, cette habileté se développe dès les premiers mois de vie, influençant la façon dont on perçoit le monde, mais également la façon dont on apprend. En effet, la littérature a démontré que dans la deuxième année de vie, les nourrissons préféraient apprendre d'un individu qu'ils avaient positivement évalué que d'un individu négativement évalué (Hamlin et Wynn, 2012). Dans le cadre de cet essai doctoral, nous cherchons à investiguer le rôle que joue l'évaluation sociale des nourrissons sur leur apprentissage dans un contexte social plus tôt au cours de leur développement, c'est-à-dire dans leur première année de vie. Pour ce faire, nous avons examiné si la préférence sociale des nourrissons, telle que déterminée à l'aide d'une adaptation du paradigme *Climbing the Hill* de Hamlin et ses collègues (2007), influence leur sélection d'informations lors d'une tâche d'apprentissage en contexte social (adaptée de l'étude originale de Wu et Kirkham, 2010). Nos résultats répliquent ceux retrouvés dans l'étude de Hamlin et ses collègues (2007), démontrant que les nourrissons âgés entre six et neuf mois préfèrent les individus posant des actions prosociales envers autrui à ceux qui posent des actions antisociales. Dans la tâche d'apprentissage, on observe un apprentissage spatial général qui n'est toutefois pas celui mis en évidence dans l'étude originale de Wu et Kirkham (2010). On constate également un effet de prosocialité alors que les nourrissons semblent reposer davantage sur les indices sociaux fournis par le personnage positivement évalué, que ceux fournis par le personnage négativement évalué. Toutefois, nous n'avons pas observé d'interaction entre l'effet d'apprentissage et de prosocialité tel qu'attendu. Considérant les limites de ce présent essai doctoral de même que celles inhérentes à la méthode préliminaire utilisée dans

cette étude, d'autres recherches sont nécessaires afin d'assurer une meilleure compréhension des résultats actuels et des phénomènes observés.

Mots clés : évaluation sociale, apprentissage social, cognition sociale, enfance, neuropsychologie clinique

Abstract

Social assessment is an evolving skill that allows humans to identify individuals that are likely to help them and to distinguish them from those who could harm them (Hamlin, Wynn and Bloom, 2007). This social skill, essential for proper functioning in society, develops in the first few months of life, influencing how we perceive the world and how we learn. Indeed, the literature has shown that in the second year of life, infants prefer to learn from an individual they have positively assessed, rather than from an individual who has been negatively assessed (Hamlin and Wynn, 2012). In this study, we investigate the role of infants' social evaluation on social learning earlier in their development, in their first year of life. To achieve that, we examined whether infants' social preference, as determined by an adaptation of *Climbing the Hill's* paradigm (Hamlin et al., 2007), influences their selection of information during a social learning task (adapted from Wu and Kirkham, 2010). Our results replicate Hamlin and her colleagues' findings (2007), showing that infants aged between six and nine months prefer prosocial to antisocial individuals. In the social learning task, we observed a general spatial learning which was however not the one found in the original study by Wu and Kirkham (2010). A prosociality effect was also noted, as infants appear to rely more on social cues provided by the positively evaluated character than those provided by the negatively evaluated character. However, we did not observe any interaction between learning effect and prosociality effect, as hypothesized. Considering the limitations of this doctoral thesis and those of the preliminary method used in this experiment, further studies are needed to better understand the current results and observed phenomena.

Keywords: social evaluation, social learning, social cognition, infancy, neuropsychology

Table des matières

Résumé	i
Abstract	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	vi
Liste des figures.....	vii
Liste des abréviations	viii
Remerciements	ix
Introduction générale.....	1
Position du problème.....	1
L'évaluation sociale chez les nourrissons	2
<i>Méthodes utilisées pour évaluer les préférences sociales.</i>	4
Apprentissage en contexte social des nourrissons.....	6
Objectifs et hypothèses.....	10
Contribution à l'article	12
Scientific Article.....	13
Abstract	14
Method	17
Participants	17
Procedure.....	17
Social Evaluation Task	18
Social Learning Task.....	20
Coding and analysis.....	24
Results	25
Social evaluation task.....	25
Social Learning Task.....	26
Discussion	28
Conflict of interests	32
References	32
Conclusion générale	33

Discussion générale.....	33
Limites.....	38
Perspectives futures.....	40
Implications.....	41
Références citées dans l'introduction et la conclusion générale	43
Appendice A – Questionnaire de développement maison.....	x
Appendice B – Devis expérimental initial de la tâche d'apprentissage en contexte social.....	xix

Liste des tableaux

Tableau 1. Moyenne et écart-type des différentes mesures.....	34
--	----

Liste des figures

Scientific article

Figure 1. Illustration of the learning trials of the prosocial and antisocial condition.....	17
Figure 2. General procedure of the experimentation.....	18
Figure 3. Illustration of the learning trials of the prosocial and antisocial condition.....	20
Figure 4. Correct object and cued locations in test trials.....	22
Figure 5. Percentage of infants choosing the prosocial and the antisocial character.....	23
Figure 6. Infants' looking time to each character.....	23
Figure 7. Infants' mean proportional looking time during test trials to cued and non-cued locations.....	24
Figure 8. Interaction between cued factor and object factor on infants' mean proportional looking time.....	27
Figure 9. Infants' learning effect in test trials.....	30

Liste des abréviations

TSA : Trouble du spectre de l'autisme

EEG : Électroencéphalographie

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice de recherche Sarah Lippé pour sa confiance, son soutien, mais surtout pour sa grande flexibilité. Plusieurs obstacles se sont présentés à moi durant mon parcours académique et Sarah a toujours su les accueillir avec douceur et compréhension. Un merci tout spécial à Inga sans qui je n'aurais pu passer au travers de cette expérience. Merci pour ta disponibilité, les heures et les heures que tu as mises dans mon projet, et tes encouragements. Un grand merci également à Magalie et Fanny de m'avoir assisté durant les expérimentations, de même qu'à Simon pour son aide inestimable en début et fin de parcours.

Un énorme merci à l'homme avec qui je partage ma vie. Tu as cru en moi depuis le tout début de mon parcours académique, et c'est en me voyant dans tes yeux que j'ai réussi à prendre un peu plus de confiance durant ce parcours tumultueux. Ta raison et ton calme m'ont toujours été de précieux outils pour atteindre mes objectifs. Merci également de m'avoir sans cesse rappelé que j'étais plus qu'une étudiante lorsque les études prenaient le dessus de moi-même, et de m'avoir fait redécouvrir les passions qui me sont chères.

Merci également à toi, mon petit cœur, d'avoir décidé d'entrer dans nos vies et nous avoir fait connaître ce qu'était réellement le bonheur et l'amour. Ironiquement, la vie est beaucoup plus simple depuis que tu es là, car chaque jour, tes sourires, tes mots d'enfant, et ta douceur envers tous ceux que tu rencontres me rappellent qu'on n'a besoin de rien de plus pour être heureux. Tu as donné un but à mes études, car je veux être pour toi un modèle de persévérance en plus de te garantir un bel et doux avenir.

Finalement, un grand merci à mes parents qui m'ont aidé à concilier études et famille en prenant soin de notre petit homme les jours où les études nous dépassaient.

Introduction générale

Position du problème

En tant qu'humains, nous jugeons et évaluons constamment autrui, que ce soit sur la base de leurs caractéristiques physiques ou sur la base de leurs actions. Au fil de l'évolution, nous avons développé des habiletés d'évaluation sociale efficaces, qui nous permettent de porter un jugement social sur autrui en quelques fractions de seconde seulement (Willis et Todorov, 2006). L'évaluation sociale est nécessaire à notre survie puisque c'est elle qui nous permet d'identifier les personnes qui sont susceptibles de nous aider, et les distinguer de celles qui sont susceptibles de nous causer du tort (Hamlin, Wynn et Bloom, 2007). Cette habileté de nature évolutive est présente dès notre première année de vie (Hamlin, Wynn et Bloom, 2010). En effet, dès trois mois, les nourrissons sont en mesure d'évaluer autrui sur la base de leurs actions, préférant les agents posant des actions prosociales envers les autres à ceux qui posent des actions antisociales (Hamlin et al., 2010). Une étude récente a même montré que les nourrissons de 16 mois utilisaient leurs évaluations sociales à des fins d'apprentissage : ils préfèrent utiliser l'information fournie par des agents évalués positivement pour déterminer à quel nouvel aliment goûter, et ignorent l'information fournie par les agents évalués négativement (Hamlin et Wynn, 2012).

Dans le cadre de la présente étude, nous cherchons à investiguer davantage le rôle que joue l'évaluation sociale des nourrissons sur leur apprentissage dans un contexte social au cours de leur première année de vie. La tâche d'apprentissage utilisée dans ce projet est une tâche multimodale, choisie en fonction de sa pertinence écologique. Ainsi, cette étude visera à approfondir les connaissances sur le développement précoce de deux habiletés sociales distinctes, soit l'évaluation sociale et l'apprentissage en contexte social, toutes deux importantes pour le bon fonctionnement en société.

L'évaluation sociale chez les nourrissons

L'évaluation sociale nous permet d'identifier les émotions, les croyances, et les intentions d'autrui afin de prédire et comprendre leur comportement (Kuhlmeier, Wynn et Bloom, 2003). Les premières études qui se sont intéressées à l'émergence de l'évaluation sociale chez le jeune enfant ont d'abord démontré que les nourrissons âgés d'un an étaient en mesure d'interpréter les actions d'agents animés comme positives ou négatives et donc, qu'ils avaient la capacité de distinguer les interactions prosociales (agent aidant autrui à atteindre son but) des interactions antisociales (agent empêchant autrui d'atteindre son but) (Kuhlmeier et al., 2003; Premack et Premack, 1998). Cette découverte fût un véritable tremplin pour cette branche de recherche et souleva plusieurs questionnements dont celui de la préférence sociale des nourrissons pour l'un ou l'autre des agents. Comme de fait, la grande majorité des travaux qui ont suivi ces études pionnières ont démontré que les nourrissons avaient une préférence pour les agents posant des actions prosociales. En effet, la littérature montre que dès trois mois, les nourrissons regardent significativement plus longtemps un agent qui agit de façon prosociale envers autrui en l'aidant à atteindre son but, qu'un agent qui agit de façon antisociale en empêchant l'autre personnage d'atteindre son objectif (Hamlin et al., 2010). À l'âge de six mois, lorsque leur développement moteur leur permet d'atteindre des objets, on remarque que les bébés choisissent majoritairement les agents prosociaux lorsqu'on leur donne le choix entre un personnage qui a aidé ou nuit à un autre (Hamlin et al., 2007). Dans la seconde moitié de la première année de vie, les jugements sociaux se complexifient. Les nourrissons plus âgés ne sont pas seulement sensibles aux actions que porte un individu envers un autre, mais également au contexte social global dans lequel l'interaction entre deux individus a lieu. Une revue de littérature parue en 2016 (Holvoet, Scola, Arciszewski et Picard) a mis en évidence cinq composantes témoignant de cette complexification des jugements sociaux : l'histoire sociale (l'agent a-t-il précédemment commis/été victime d'actions prosociales ou antisociales?), les

préférences de l'agent (sont-elles similaires ou contraires à celles de l'enfant?), l'appartenance ethnique du personnage (même ou différente de celle de l'enfant?) l'apparence de l'agent (a-t-il un visage déformé?), de même que les intentions du personnage (intentions prosociales ou antisociales). Ainsi, dès huit mois, on remarque que les nourrissons préfèrent un agent qui nuit à un personnage antisocial, que celui qui aide le personnage antisocial (Hamlin, Wynn, Bloom et Mahajan, 2011). Également, la préférence prosociale des nourrissons âgés de 9 et 14 mois se retire lorsque le personnage prosocial exprime des goûts différents de l'enfant (Hamlin, Mahajan, Liberman et Wynn, 2013). À 12 mois, les bébés ne montrent pas de préférence pour le personnage prosocial s'il appartient à un groupe ethnique différent (Burns et Sommerville, 2014; Scola, Holvoet, Arciszewski et Picard, 2015), ou s'il possède des traits faciaux étranges (Scola et al., 2015). Finalement, à huit mois, mais pas à cinq mois, les nourrissons privilégient l'intention au résultat, préférant un agent aux intentions positives n'ayant pas réussi à aider l'autre, qu'un agent aux intentions négatives ayant aidé l'autre par inadvertance (Hamlin, 2013). Un sixième facteur témoignant de la flexibilité de l'évaluation sociale chez les nourrissons plus âgés a été mis en évidence par une récente étude (Steckler, Woo et Hamlin, 2017). En effet, ces auteurs ont relevé que l'incohérence comportementale influençait la préférence sociale des nourrissons de neuf mois, c'est-à-dire qu'ils ne montrent pas de préférence pour un personnage majoritairement prosocial s'il se comporte de manière incohérente (pose parfois des actions antisociales).

Notons toutefois qu'une fraction des études qui se sont intéressées aux préférences sociales des nourrissons ne sont pas parvenues à identifier une préférence pour le personnage prosocial (environ un tiers des tâches effectuées sur le sujet selon la revue de littérature de Holvoet et al., 2016; un enfant sur trois selon la revue de Margoni et Surian, 2018). Parmi celles-ci, certaines études de réplification avaient des divergences méthodologiques importantes avec les études originales. Par exemple, dans une étude parue en 2016 (Scarf, Imuta, Comlombo et Hayne, 2012),

les auteurs ont tenté de reproduire les résultats obtenus par Hamlin et ses collègues (2007) chez des nourrissons âgés de 10 mois en utilisant leur paradigme *Climbing the Hill*, dans lequel on voit des personnages aider (agent prosocial) ou empêcher (agent antisocial) un protagoniste de monter une montagne. Toutefois, dans le matériel utilisé par Scarf et ses collègues, le regard du protagoniste ne pointait pas vers le haut de la montagne comme dans l'étude originale (Hamlin, 2015). En rétorquant à Scarf et ses collègues, Hamlin (2015) démontra avec leur matériel que les nourrissons avaient une préférence pour le personnage prosocial si leur regard était dirigé vers le haut de la colline, constatant que les nourrissons catégorisent les actions des autres comme positives ou négatives seulement si elles facilitent ou empêchent l'atteinte d'un but clairement établi. Des aspects développementaux peuvent également expliquer une autre part des études qui n'ont pas retrouvé de préférence pour l'agent prosocial. Par exemple, Geraci et Surian (2011) ont démontré que les bébés de 16 mois, mais pas ceux de 10 mois, avaient une préférence pour l'agent qui attribuait des ballons de manière équitable entre deux personnages comparativement à celui qui donnait tous les ballons à un seul des personnages. Selon Holvoet et al. (2016), ce résultat obtenu chez les nourrissons de 10 mois ne témoigne pas d'une absence de préférence pour les actions prosociales, mais plutôt de l'absence de la notion d'équité à cet âge. Ceci est également observé dans d'autres études qui ont relevé qu'à 15 mois, les bébés avaient une préférence pour les distributeurs justes, mais pas à 12 mois (Schmidt et Sommerville, 2011; Sommerville, Schmidt, Yun et Burns, 2013).

Méthodes utilisées pour évaluer les préférences sociales. Deux principaux types de mesures sont employés dans les études s'intéressant à l'évaluation sociale des nourrissons. D'abord, il y a les mesures de préférences visuelles, qui comprennent principalement le paradigme de violation des attentes et celui du regard préférentiel, puis les mesures de choix manuel (voir Holvoet et al., 2016 et Margoni et Surian, 2018). Le paradigme de violation des attentes se base

sur la prémisse selon laquelle les nourrissons auraient tendance à regarder plus longtemps des situations surprenantes, qui violent leurs attentes (Tafreshi, Thompson et Racine, 2014). À l'aide de leur paradigme *Climbing the Hill*, Hamlin et ses collègues (2007) ont démontré que les nourrissons de 10 mois regardaient plus longtemps une situation dans laquelle le protagoniste approchait le personnage ayant précédemment nuit à son but, que celle où le protagoniste approchait le personnage l'ayant précédemment aidé. Les auteurs interprètent ce résultat comme une preuve d'évaluation sociale puisque les nourrissons sont en mesure de distinguer les deux agents, et d'attribuer au protagoniste des attitudes distinctes à l'égard des deux personnages. Des mesures de regard préférentiel ont également été utilisées chez des nourrissons plus jeunes afin de mesurer la préférence des bébés dont le développement moteur n'était pas assez avancé pour leur permettre d'atteindre des objets. À l'aide de ce paradigme, il a été démontré que les nourrissons de trois mois regardaient plus longtemps les personnages ayant précédemment aidé un protagoniste à grimper une montagne (Hamlin et al., 2010) ou récupérer un ballon (Hamlin et Wynn, 2011), que les personnages ayant nuit au protagoniste. Ainsi, comme on peut le constater, au sein d'un même domaine, les auteurs utilisent la même mesure (regard préférentiel) pour étudier différents comportements, comme la surprise ou la préférence. Il semble donc y avoir plusieurs raisons pouvant expliquer pourquoi les bébés regardent plus longtemps un stimulus visuel qu'un autre, ne traduisant pas forcément leur préférence. Ceci fait d'ailleurs l'objet d'un grand débat théorique et plusieurs auteurs mettent en garde l'utilisation de cette méthode de préférence visuelle puisqu'il n'y a actuellement pas de lignes directrices permettant d'ajuster notre interprétation des résultats obtenus avec cette méthode (Tafreshi et al., 2014). Pour cette raison, les mesures de choix manuels sont les méthodes privilégiées pour évaluer la préférence sociale des bébés, dès qu'ils acquièrent la capacité d'attraper les objets qu'ils désirent (vers 4-5 mois; McDonnell, 1975). Utilisées à ce jour dans plus de 26 études s'intéressant à l'évaluation sociomorale des enfants de moins de trois

ans (voir Margoni et Surian, 2018 pour une revue) ce type de mesure constitue le choix de prédilection de nombreux auteurs (Margoni et Surian, 2018; Salvadori et al., 2011) puisque la communauté scientifique s'entend pour dire que les choix manuels traduisent la préférence du bébé. Dans les études portant sur l'évaluation sociale, les mesures de choix manuels consistent à présenter physiquement aux bébés les agents prosociaux et antisociaux et à les encourager à choisir/pointer/aider un des deux personnages. La littérature montre une robuste préférence des nourrissons pour le personnage prosocial dans divers contextes, que ce soit pour un personnage qui attribue équitablement ses biens (Burns et Sommerville, 2014), qui réconforte au lieu de menacer autrui (Buon et al., 2014), qui aide un protagoniste à grimper une colline (Hamlin et al., 2007; Hamlin, 2014), à ouvrir un coffre (Hamlin, 2013; Hamlin et Wynn, 2011; Steckler et al., 2017), ou à récupérer son ballon (Hamlin et Wynn, 2011; Scola et al., 2015).

Ainsi, à la lumière de ces résultats, nous observons que les capacités d'évaluation sociale apparaissent très précocement chez les nourrissons et que plusieurs méthodes sont employées afin de collecter de telles mesures, soient les méthodes de choix manuels et les méthodes de préférence visuelle, dont l'interprétation reste toutefois controversée dans la communauté scientifique.

Apprentissage en contexte social des nourrissons

En tant qu'êtres sociaux, nous acquérons une grande quantité d'informations en observant et en interagissant socialement avec les autres. Dès les premiers mois de vie, les nourrissons réalisent des apprentissages multiples, tels que l'apprentissage de nouveaux mots, d'actions simples et complexes ou de normes culturelles, en utilisant les informations provenant des personnes de leur entourage. Dans la première année de vie, les bébés utilisent les actions et comportements des autres comme modèles afin de reproduire, par imitation, de nouvelles actions qui leur sont inconnues (Bandura, 1978; Barr, Dowden et Hayne, 1996; Carpenter, Call et

Tomasello, 2005; Meltzoff, 1993). Ces derniers utilisent également les réactions émotionnelles d'autrui, en particulier leurs expressions faciales, pour adapter leur comportement devant un nouvel évènement ou un objet non-familier (Flom et Johnson, 2011; Klinnert, 1984; Mumme et Fernald, 2003). D'autres mécanismes sociaux, tels que le pointage ou la direction du regard des autres, permettent aux nourrissons d'orienter leur attention vers les informations les plus pertinentes dans l'environnement (Brooks et Meltzoff, 2002; Butterworth et Cochran, 1980; Deak, Flom et Pick, 2000; Senju et Csibra, 2008; Tomasello et Haberl, 2003).

Un grand nombre d'études s'est intéressé au rôle des indices sociaux et non-sociaux sur la modulation de l'attention des nourrissons de moins de 12 mois. Ces études montrent que les indices non-sociaux (ex : lumière, sirène) ont la capacité d'attirer le regard des nourrissons (Colombo, 2001). Cependant, lorsqu'on compare ces indices à d'autres qui contiennent une valeur sociale tels que le pointage, l'orientation du regard ou l'expression émotionnelle du référent, ces derniers sont bien plus efficaces pour capter leur attention (Canfield et Saudino, 2016; Carpenter, Nagell et Tomasello, 1998; Flom et Johnson, 2011; Wahl, Michel, Pauen et Hoehl, 2013). Par exemple, Wahl et al. (2013) ont comparé comment les indices sociaux et non-sociaux affectaient différemment l'encodage des caractéristiques d'objets non-familiers chez des nourrissons de 4 mois. Dans la condition sociale, les nourrissons voient un visage tourner son regard vers un des deux objets non-familiers présentés à l'écran. Lorsque les deux objets sont présentés une nouvelle fois aux nourrissons, on remarque une augmentation du temps d'observation de l'objet qui n'a pas été précédemment indicé par le visage. Ces résultats sont accompagnés au niveau cérébral par l'augmentation de l'amplitude d'une composante évoquée pour ce même objet, soit la Nc, dont l'amplitude reflète l'allocation de l'attention sur un stimulus. Ces résultats suggèrent que l'objet non-indicé par le visage génère moins d'attention que l'objet indicé. De manière importante, ce résultat n'a pas été obtenu dans la condition non-sociale, dans laquelle une voiture est orientée vers

un des deux objets non-familiers. Les auteurs ont donc conclu que la direction du regard et l'orientation du visage affectent de manière plus soutenue l'attention dirigée des nourrissons qu'un indice non-social.

Puisque la mobilisation des ressources attentionnelles est cruciale à l'apprentissage, et que les indices sociaux dirigent plus efficacement l'attention des nourrissons que les indices non-sociaux, il est attendu que les nourrissons montrent un meilleur apprentissage lorsque ces derniers utilisent les indices sociaux disponibles dans leur environnement, que lorsqu'ils utilisent des indices non-sociaux. Cette hypothèse s'est vue confirmée par plusieurs travaux (Hirotsu, Stets, Striano et Friederici, 2009; Striano, Chen, Cleveland et Bradshaw, 2006; Wu, Tummeltshammer, Gliga et Kirkham, 2014). Wu et Kirkham (2010) ont comparé l'efficacité des indices sociaux et non-sociaux dans l'apprentissage d'une tâche d'association audio-visuo-spatiale chez des bébés de quatre et huit mois. Les bébés devaient apparier un son avec un stimulus visuel et une localisation selon deux conditions. Dans la première condition, un visage indique la localisation du stimulus-cible en établissant un contact visuel avec le bébé puis en tournant la tête et le regard vers la localisation du stimulus d'intérêt. Dans la deuxième condition, c'est un stimulus non-social, un carré rouge, qui indique la localisation du stimulus d'intérêt. Seul l'indice social a favorisé un apprentissage multimodal chez les nourrissons de huit mois (mais pas quatre mois), qui ont été en mesure d'apparier un son au bon stimulus visuel et à sa localisation. Selon les auteurs, l'indice non-social a uniquement permis aux nourrissons d'effectuer un apprentissage spatial général puisque les bébés ont su reconnaître les localisations d'intérêts, sans avoir été en mesure de faire le bon appariement audio-visuel.

Récemment, des chercheurs ont remarqué que les nourrissons utilisaient leurs habiletés d'évaluation sociale à des fins d'apprentissage; ils préfèrent apprendre d'un individu qui aide autrui, que d'un individu qui nuit aux autres (Hamlin et Wynn, 2012). Dans cette étude, il est

démontré que les nourrissons de 16 mois utilisent l'expression émotionnelle donnée par une marionnette prosociale, qui a préalablement été vue en train d'aider une autre marionnette, pour décider à quelle nourriture goûter lorsqu'ils font face à deux bols de nourriture non-familiers. Au contraire, ces mêmes bébés ignorent l'information émotionnelle fournie par la marionnette antisociale, qui a précédemment été vue en train de nuire au but d'une autre marionnette. Ces résultats suggèrent donc que le comportement des autres influence la sélection de l'information des bébés pour faire leurs apprentissages, illustrant pour la première fois l'influence de l'évaluation sociale sur l'apprentissage en contexte social (Hamlin et Wynn, 2012).

À l'égard de ces résultats, nous constatons que les capacités d'évaluation sociale et d'apprentissage en contexte social sont des habiletés que les nourrissons acquièrent dans les premiers mois de vie. Nous remarquons également qu'il existe un lien entre ces deux habiletés sociales, tel que démontré par Hamlin et Wynn (2012). Or, cette interaction a été démontrée chez des nourrissons âgés de 16 mois alors qu'il est bien établi que ces deux habiletés sociales sont développées au cours de leur première année de vie. L'objectif général de cette présente étude vise donc à investiguer davantage la relation existante entre ces deux habiletés sociales, en étudiant l'influence de l'évaluation sociale sur l'apprentissage en contexte social au cours de la première année de vie des nourrissons. Ainsi, les nourrissons avaient le choix d'apprendre d'un agent pro-social, précédemment vu en train d'aider autrui, ou d'un agent antisocial, précédemment vu en train de nuire à autrui, tel qu'effectué dans la tâche de Hamlin et al. (2007). En adaptant la tâche d'apprentissage visuo-spatiale de Wu et Kirkham (2010) pour qu'elle consiste à apparier un stimulus-cible à une localisation indiquée par un personnage pro-social et antisocial, nous tentons de répondre à une question d'intérêt : est-ce que les nourrissons apprennent différemment du personnage pro-social que du personnage antisocial? Cet objectif se distingue de l'unique étude conduite à ce jour à ce sujet (Hamlin et Wynn, 2012) par l'âge de la population étudiée, la

présentation de la tâche d'évaluation sociale, la méthode employée pour évaluer la préférence sociale, et la nature de la tâche d'apprentissage. En effet, la présente étude, s'intéressant aux mécanismes précoces impliqués dans l'interaction entre l'évaluation sociale et l'apprentissage en contexte social, évalue des nourrissons âgés entre six et neuf mois. La tâche d'évaluation sociale utilisée est une variante du populaire paradigme *Climbing the Hill* (Hamlin et al., 2007), qui a montré son efficacité auprès des nourrissons de cet âge. Contrairement à l'étude originale, nous avons décidé d'utiliser des animations vidéos (au lieu d'un montage avec des marionnettes de bois), afin de permettre un meilleur contrôle sur la durée de chaque essai. Ceci était particulièrement important pour nous puisque éventuellement, nous souhaitons utiliser ce même paradigme dans une étude d'électroencéphalographie (EEG). Par ailleurs, la plupart des auteurs utilisent de manière indiscriminée deux différentes méthodes pour évaluer la préférence sociale des nourrissons, soient les méthodes de préférence visuelle et celles de choix manuels, sans prêter égard au débat entourant l'interprétation des résultats des méthodes oculaires dans les tâches de préférence sociale. Ainsi, il nous paraît intéressant d'examiner à titre exploratoire si, dans une même étude, ces deux méthodes convergent ou si au contraire, on utilise à tort les deux types de mesures de manière interchangeable. Enfin, la tâche d'apprentissage choisie en est une multimodale (correspondance audio-visuo-spatiale), choisie en fonction de sa pertinence écologique, puisque les nourrissons de moins d'un an sont constamment amenés à reconnaître et apparier des stimuli visuels et auditifs, à une localisation précise.

Objectifs et hypothèses

Objectifs spécifiques :

1. Le premier objectif de cet essai doctoral vise à évaluer la préférence des nourrissons pour les agents prosociaux, à l'aide du paradigme *Climbing the Hill* de Hamlin et ses collègues

(2007). Nous utiliserons deux mesures pour examiner la préférence sociale des bébés, soit une mesure de choix manuel et une mesure de regard préférentiel.

2. Le deuxième objectif vise à examiner si la préférence sociale des nourrissons influence leur sélection d'informations lors d'une tâche d'apprentissage en contexte social (adaptée de Wu et Kirkham, 2010)

Hypothèses spécifiques :

1. Les nourrissons exprimeront une préférence envers le personnage prosocial. Plus spécifiquement, nous nous attendons à ce qu'ils choisissent davantage le personnage prosocial lorsqu'ils doivent choisir manuellement entre les deux agents, et qu'ils regardent plus longtemps l'agent prosocial lors d'une mesure de regard préférentiel.
2. Les nourrissons utiliseront l'information fournie par le personnage qu'ils ont positivement évalué, et ignoreront l'information fournie par le personnage qu'ils ont négativement évalué. Plus spécifiquement, nous nous attendons à ce que l'apprentissage de la tâche de Wu et Kirkham (2010) soit favorisé uniquement lorsque la tâche est indiquée par le personnage prosocial.

Contribution à l'article

L'article en préparation pour publication inclus dans cet essai doctoral a été réalisé dans le cadre du doctorat clinique (D.Psy) de Camille Fortin, selon une idée originale de Sarah Lippé. Comme première auteure, Camille Fortin a mené la revue de la littérature, a programmé les différentes tâches à l'aide de Inga Sophia Knoth, a participé au recrutement des participants et à la collecte des données à l'aide de Inga Sophia Knoth et Magalie Dubois, et a conduit l'entièreté des analyses statistiques. Sarah Lippé l'a guidée et aidée tout au long du processus. Cette première version a entièrement été rédigée par Camille Fortin, sous la supervision de Sarah Lippé. Tous les coauteurs contribueront à la révision du manuscrit, en particulier Sarah Lippé. L'article sera soumis au journal *Infancy* en tant que *short report*. Il sera présenté dans les prochaines pages. Il débutera par une introduction et sera ensuite suivi des objectifs de l'étude. La méthodologie, les résultats puis la discussion seront finalement exposés. Une conclusion générale revenant sur les principaux enjeux soulevés par la présente étude et sur certaines pistes de réflexion suivra l'article.

Scientific Article

Social evaluation and social learning in 6 to 9 months old infants

Camille Fortin 1,3

Inga Sophia Knoth 3

Simon Rigoulot 4,5

Sarah Lippé 1,2,3

1 Psychology department, University of Montréal

2 Centre de recherche en neuropsychologie et cognition, University of Montréal

3 Research Center of the Sainte-Justine Hospital, University of Montréal

4 Psychology department, Université du Québec à Trois-Rivières

5 International Laboratory of Brain, Music and Sounds (BRAMS), Montréal

Abstract

This study investigates the role of infants' social evaluation on social learning in their first year of life. We examined whether infants' social preference, as determined by an adaptation of *Climbing the Hill*'s paradigm (Hamlin et al., 2007), influences their selection of information during a social learning task (adapted from Wu and Kirkham, 2010). Our results replicate Hamlin and her colleagues' findings (2007), showing that infants aged between six and nine months prefer prosocial to antisocial individuals. In the social learning task, we observed a general spatial learning which was however not the one found in the original study by Wu and Kirkham (2010). A prosociality effect was also noted, as infants appear to rely more on social cues provided by the positively evaluated character than those provided by the negatively evaluated character. However, we did not observe any interaction between learning effect and prosociality effect, as hypothesized. Further studies are needed to better understand the current results and observed phenomena.

Keywords: social evaluation, social learning, social cognition, infancy

As humans, we constantly judge and evaluate others, whether it's based on their physical characteristics or on their actions. As we evolved, we developed effective social evaluation skills that allow us to make social judgments about others in only fractions of seconds (Willis & Todorov, 2006). Social evaluation is necessary for our survival because it enables us to identify people who are likely to help us, and to distinguish them from those who could mean us harm (Hamlin et al., 2007). Hamlin et al. (2010) claim that the ability to positively or negatively assess others is present as early as three months of age. Using the *Climbing the Hill* paradigm, they first demonstrated in 2007 that 6 and 10-month-old preferred the *helper*, who assisted a protagonist achieve his goal of climbing a hill, over the *hinderer*, who prevented the protagonist from ascending the hill. These findings have been replicated and extended in many studies, using different paradigms: *Opening a box to get a toy*, *Retrieving a dropped ball*, *Allocating goods* and *Comforting versus threatening a little girl* (see Holvoet, Scola, Arciszewski, & Picard (2016) for a review), supporting that regardless of age, infants between 3 and 36 months of age exhibit preferences for prosocial over antisocial agents. Following the massive increase of workload on the subject, multiple researchers started to further explore the role of social preferences. Among these, Hamlin and Wynn (2012) were the first to illustrate the influence of social evaluation on social learning by demonstrating that 16-months-old use information provided by prosocial agents, but not antisocial ones, when deciding what food to eat when facing two bowls of novel food.

The purpose of our study was to further investigate the role of social evaluation on social learning in infants, by examining whether the interaction between these two social skills is present in the first year of life. This objective differs from the only study conducted to date on this subject (Hamlin & Wynn, 2012) in terms of the age of the population studied and the nature of the learning

task. In our study, the infants we tested were aged between 6 and 9 months, in order to investigate the early mechanisms of the existing relationship between the two concepts, and the learning task chosen was a multimodal one (audio-visuo-spatial correspondence), chosen according to its ecological relevance since infants under one year of age are constantly led to pair visual and auditory stimuli to their localization, to help organize their world and predict future events (e.g., I hear the front door opening, I see my mother, she is in the lobby. Next time I hear the door open, I'll know my mom's home). The social evaluation task used for this study is an adaptation of *Climbing the Hill's* paradigm (Hamlin et al., 2007). We used animated cartoons rather than the wooden blocks originally used in Hamlin's study (2007) to have a full control over the length and the timing of the events we presented to the participants. We also selected an existing multimodal learning task (Wu & Kirkham, 2010) and adapted it to involve the characters in the social evaluation task. Originally, in Wu and Kirkham's social learning task (2010), a female face indicated the location of a target stimulus by making eye contact with 4- and 8-month-old infants and then turning her head and gaze towards the location of the stimulus of interest. In our adaptation, we modified the task so that the prosocial and antisocial characters would indicate to infants the location of the target stimulus.

To summarize, this study aimed to further investigate the role of the social evaluation on infants' social learning by addressing this specific research question: Do infants learn differently from the prosocial character than from the antisocial character? Based on Hamlin's findings (2007; 2010), we predicted that infants would demonstrate preference for the prosocial character and use the information provided by individuals they have positively assessed, ignoring the information provided by negatively evaluated individuals. Thus, it was expected that the learning of an audio-visuo-spatial task (adapted from Wu & Kirkham, 2010) is only favored when the task is cued by the prosocial character.

METHOD

Participants

15 healthy 6 to 9-month-old infants (mean age = 8 months 10 days, range = 6 months 26 days to 9 months 1 day; 6 girls and 8 boys) were recruited through social media ads and recruitment posters at perinatal resource centers, between November 2018 and May 2019. All participants come from a middle to upper socioeconomical background. The age range was chosen based on the results of previous studies using the same two tasks that we used in this study (Hamlin et al., 2007; Wu & Kirkham, 2010). The effectiveness of Wu and Kirkham's (2010) multimodal learning task in a social context has been demonstrated in 8-month-old infants (but not in 4-month-olds), and we know that Climbing the Hill's paradigm (Hamlin et al., 2007) has been shown to be effective by the age of 3 months. From our sample, one participant was excluded from the final analyses because of fussiness. To minimize the effect of possible confounded variables related to certain pathologies, the following conditions were excluded from the group of participants: diagnosed hearing or visual disorders, congenital, developmental, neurological, or psychiatric disorders, prematurity (gestation period less than 34 weeks). All these elements were evaluated using a development questionnaire. This research was approved by the research ethics committee of CHU Sainte-Justine.

Procedure

Participants were tested individually in a small, softly lit, sound-attenuated testing room. All stimuli were presented on a screen equipped with a Tobii x 120 eye-tracker to capture the participants' gaze. A pair of speakers was installed on either side of the participants. During the experiment, infants were seated on their parents' lap, who had to wear tinted sunglasses so that the eye-tracker only captured the child's gaze during the presentation of the tasks. A five-point calibration of the

child's gaze was performed prior to the tasks until at least four points per eye were correctly calibrated. Participants performed the social evaluation task first, followed by the social learning task since the objective of this research was to assess the impact of the infants' social evaluation on their learning. At the end of the session, a development questionnaire was completed by the parents.

Social Evaluation Task

A familiarization and a test phase were presented to each participant. All stimuli were created on E-Prime and followed the original procedure of Hamlin's Climbing the Hill paradigm (2007). In the familiarization phase, infants saw a protagonist on the screen (red circle with eyes) trying to climb a mountain. At the third attempt, another geometric shape (a blue square or yellow triangle, with eyes) appeared on the screen and either aided the protagonist to reach the top (prosocial agent) or pushed the protagonist down the hill (antisocial agent) (Figure 1). Prosocial and antisocial conditions were presented alternately (and the order was counterbalanced across infants) until a maximum of 14 trials, or until the summed looking time of three consecutive trials was less than half the summed looking time of the first three trials, in accordance with the original procedure (Hamlin et al., 2007). Infant observation time was calculated using a stopwatch handled by a research assistant who followed the infants' gaze displayed on an external screen. In the test phase, infants' preference for the prosocial or antisocial character was assessed using two measures: a manual choice and a forced-choice preferential looking measure, two types of measures used in studies using the *Climbing the Hill* paradigm. In the manual choice measure, the experimenter presented infants with the prosocial and antisocial characters (shapes cut in foam sheets) on a black cardboard, just out of reach, and asked them: "Which one would you like to take?" while making eye contact with the infants. The infant's choice was defined as the one he touched/took first while simultaneously looking at it (to exclude accidental touches). The side of the prosocial character

Prosocial condition

Antisocial condition

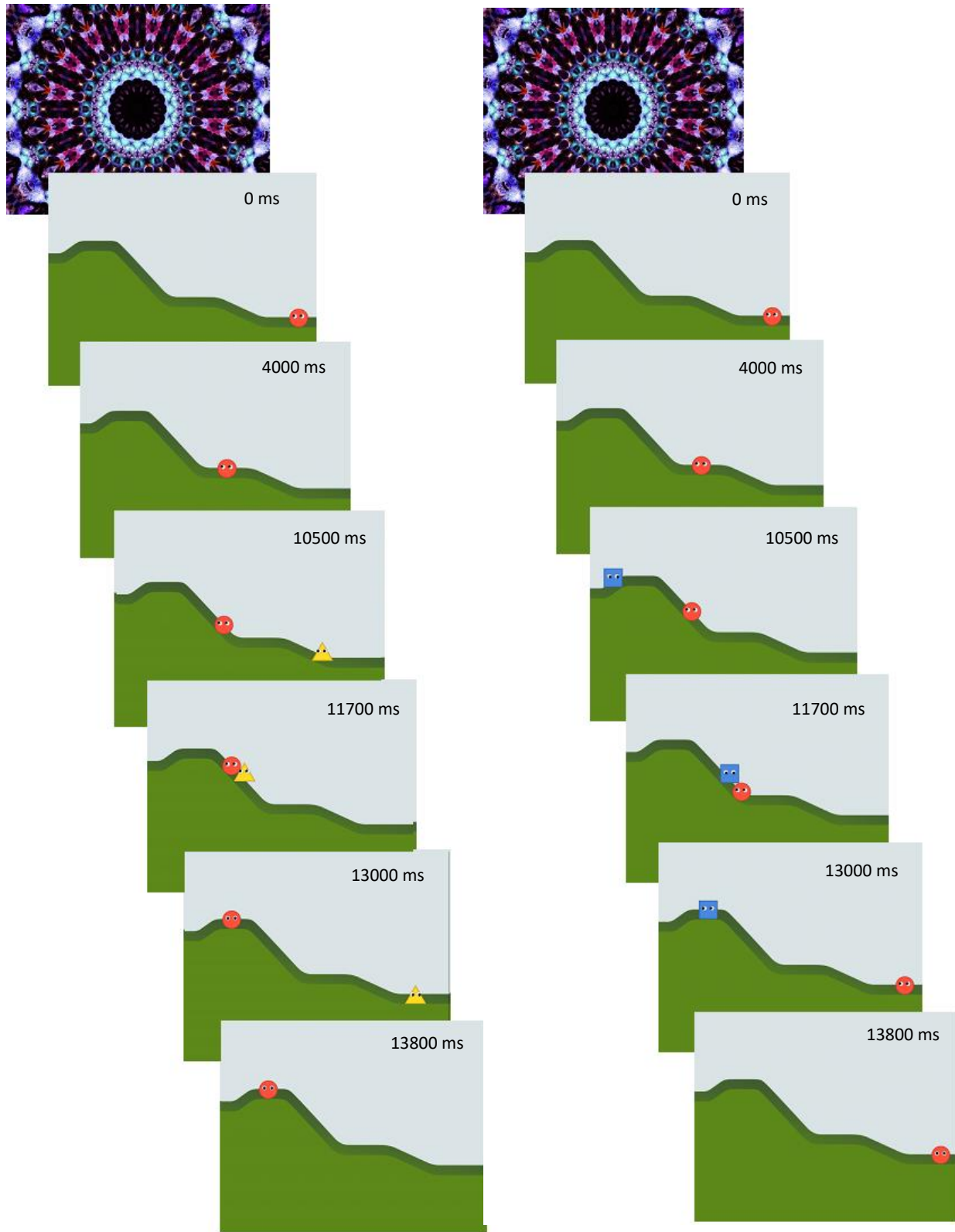


Figure 1. Illustration of the familiarization trials of both conditions (prosocial and antisocial).

(left or right) was counterbalanced, and the two characters were equidistant from the infant. In the forced-choice preferential looking procedure, infants saw the two characters (equidistant from the child) appear side by side on the screen, and their looking time was measured using the eye-tracker on a period of 30 seconds. The manual choice measure followed the familiarization phase of the social evaluation task, while the preferential looking measure was included between the two conditions of the social learning task (see Figure 2 for general procedure).

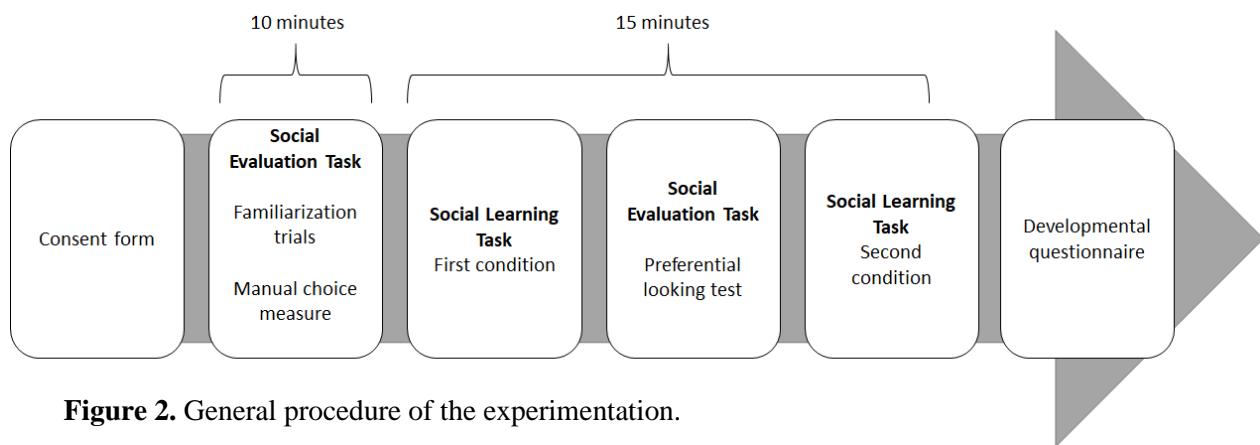


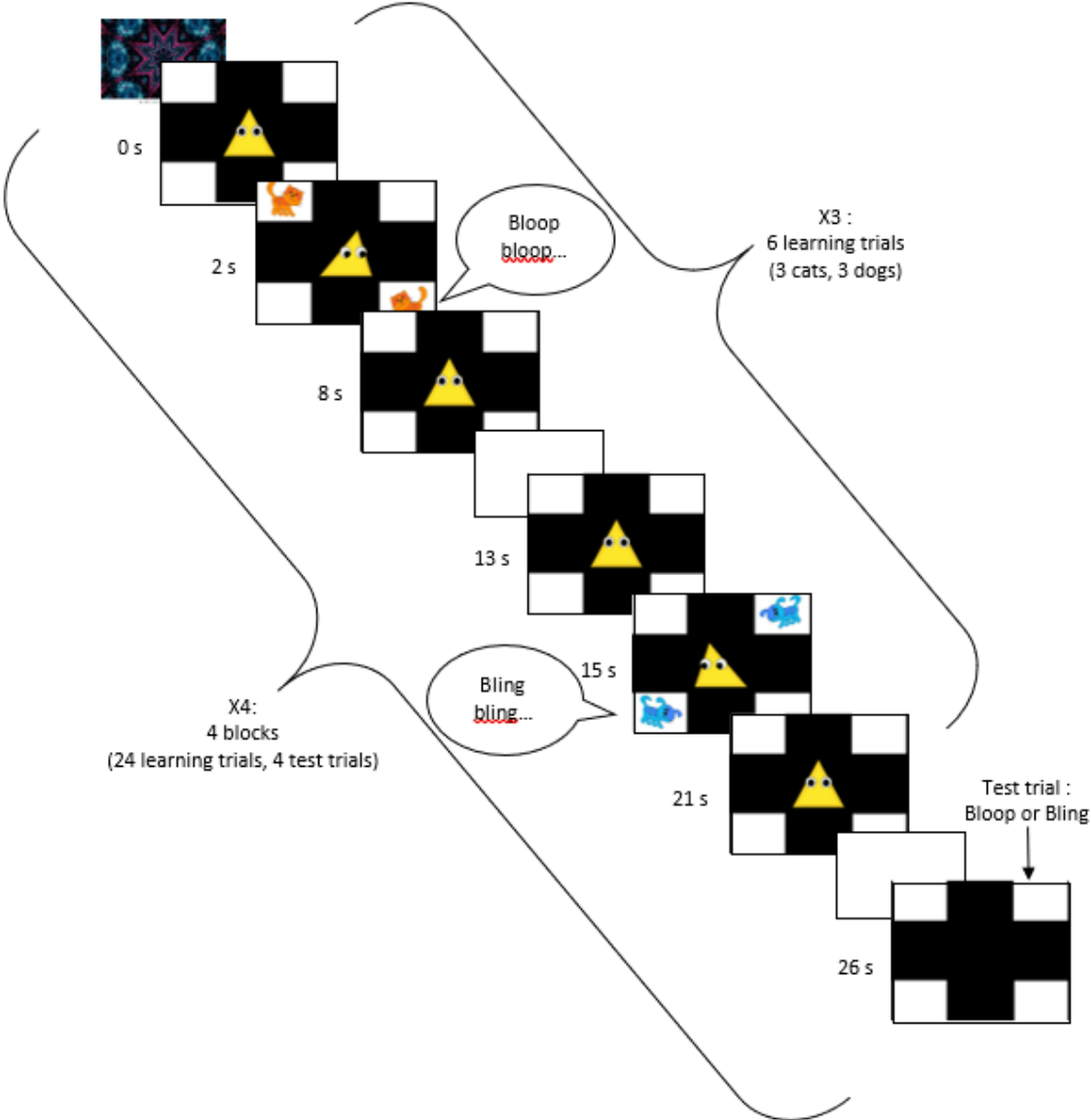
Figure 2. General procedure of the experimentation.

Social Learning Task

Learning trials and test phases were presented to each participant, based on Wu and Kirkham's original study (2010). All stimuli were created and presented on E-Prime. In the learning phase, infants faced a black screen with four white corners. Two pairs of stimuli (two orange cats or two blue dogs) moving in synchrony on two different sounds (e. g. cats moving on the "boing" sound, dogs on the "bling" sound) were presented to infants during the task. For each trial, only one pair of stimuli was presented, with the two stimuli placed at opposite corners of the screen. In addition, each pair of stimuli was associated with a specific location, so there was no spatial overlap between the pairs of stimuli. For example, in one trial, two blue dogs were shown in the lower left and upper right corners, moving synchronously on the "boing" sound. In another trial, two orange cats were shown in the lower right and upper left corners, moving synchronously to the "bling" sound. Within

a pair of stimuli, one acts as a distractor and the other as a target. For each condition (prosocial; antisocial), the agent previously assessed as "prosocial" or "antisocial" in the social evaluation task, indicated the location of the target stimulus with his gaze (Figure 3A; 3B). Thus, in the prosocial condition, the yellow triangle, who previously aided the protagonist to reach the top of the hill, appeared on the screen and looked at the infant for two seconds before turning his head and his gaze to one of the two lower corners of the screen. At this point, one of the two pairs of stimuli appeared. For example, if the triangle looked at the lower right corner, the cats appeared in the lower right and upper left corners and moved on the "bloop" sound, whereas if the triangle looked at the lower left corner, the dogs appeared in the lower left and upper right corners and moved on the "bling" sound. After six seconds, the stimuli disappeared, and the triangle moved its gaze back to the center of the screen, remaining there for four seconds before disappearing. In the antisocial condition, it was the character previously assessed as "antisocial" in the social evaluation task that indicated the location of the target stimulus. Lastly, in the test phase, infants faced a black screen with four empty corners, while one of the two sounds ("bloop" or "bling") was played for six seconds. Meanwhile, using the eye-tracker, infants looking time was calculated on five areas of interest (AOIs), which were the central, lower left and right, and upper left and right regions. In total, four blocks of stimuli were presented per condition [6 learning trials (3 cats and 3 dogs) and 1 test phase]. Thus, over the four blocks of stimuli, infants attended 24 learning phases separated by four test phases. Condition and object order were randomized for each infant.

A) Prosocial condition



B) Antisocial condition

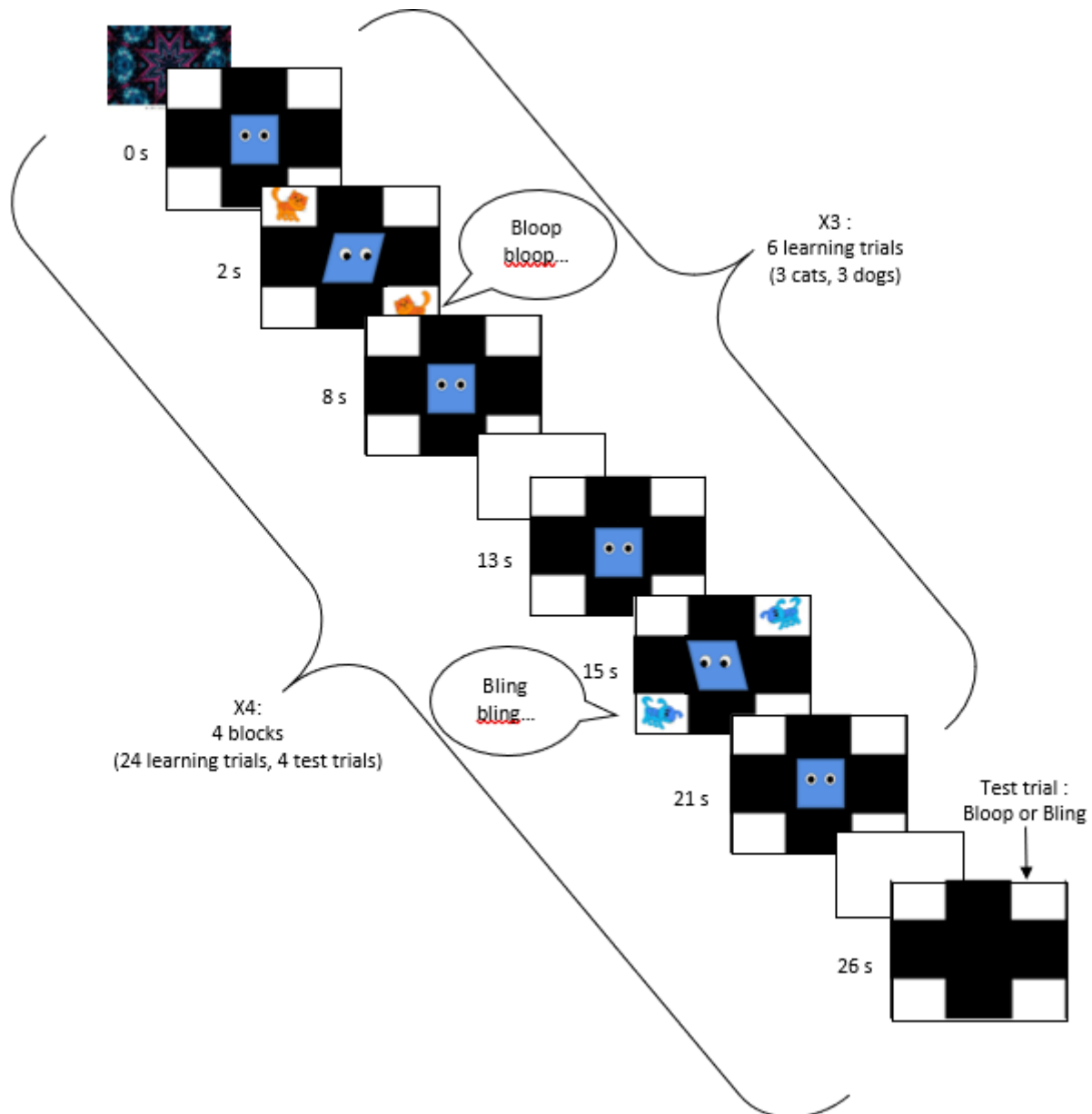


Figure 3. Illustration of the learning trials of both conditions (prosocial and antisocial).

For each test trial, two corners were associated with the presence of an object during the familiarization trials, that played the same sound as the one presented in the test trial (object – cat and dog). Two corners were cued across all familiarization trials (cued). We therefore labelled the corners according to whether they were associated with an object and if they were cued, to facilitate data analysis (see Figure 4).

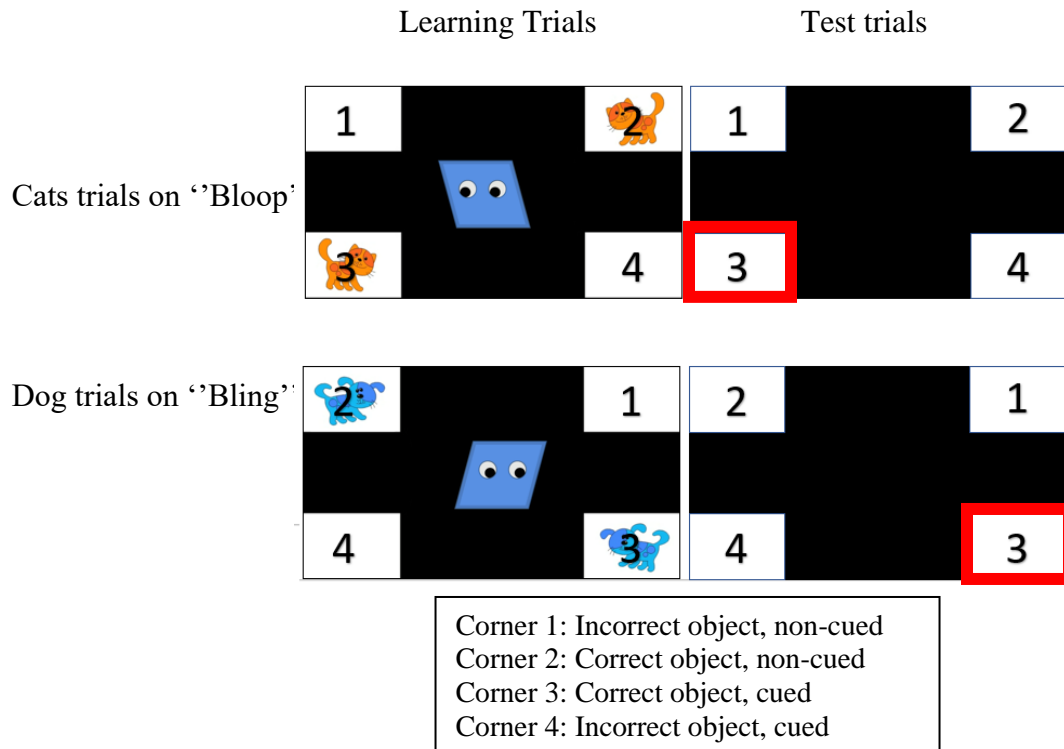


Figure 4. Correct object and cued locations in test trials. If participants can learn the task (i.e. pair a sound to a visual stimulus), they will look longer to the objects paired with the correct sound (corners 2 and 3). If infants can learn from the cueing agent (i.e. pair a sound to a cued localization), they will look longer to the cued corners (corners 3 and 4). If the participants use the agent information to learn a multimodal event (i.e. pair a sound to a visual stimulus and a cued localization), they will look longer to the cued correct object (corner 3).

Coding and analysis

Social Evaluation Task. For both the manual choice and the forced-choice preferential looking measure, we used a binomial probability test to investigate infants’ preferences. In the preferential looking test, the total looking times to the two characters were compiled by Tobii’s ClearView analysis software.

Social Learning Task. The total looking times to the five AOIs during test trials were also compiled by Tobii’s ClearView software. Following the original procedure, fixations that were shorter than 100 ms were excluded from the final analyses and proportional looking time to the AOIs was calculated in each test trial by dividing the looking time of one area by the total looking time of the

five areas. The looking time to the center of the screen was used to calculate the proportional looking time but was not included in the final analyses since we were only interested in the looking time to the corners of the screen. To study the effect of learning over time, we split the experiment in two halves (blocks 1-2 and blocks 3-4), as Wu and Kirkham (2010) did, since the second half of the experimentation repeated the first half. Therefore, for the test trials, a four-way repeated measures ANOVA was conducted over the mean proportional looking times. The four between-subject factors were the condition (prosocial; antisocial), blocks (1-2; 3-4), object (correct; incorrect) and the cue (cued; non-cued).

RESULTS

Social evaluation task

In the manual choice (Figure 5), the vast majority of participants chose the prosocial agent over the antisocial one (13 of 14, binomial probability test, one-tailed, $p = 0,002$), but in the preferential looking test (Figure 6), infants looked equally to the two characters ($t(13) = .587$, $p = .567$; $M_{pro} = 5501.643$ ms, $SD_{pro} = 4058.337$, $M_{anti} = 4869.214$ ms, $SD_{anti} = 3466.966$).

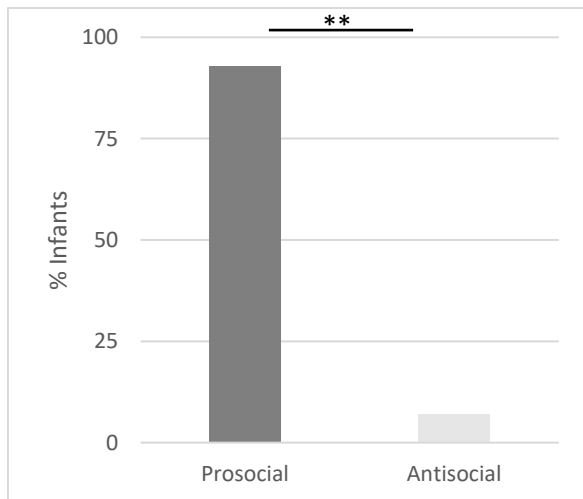


Figure 5. Percentage of infants choosing the prosocial and the antisocial character. n.s. nonsignificant, * $p < .05$; ** $p < .01$.

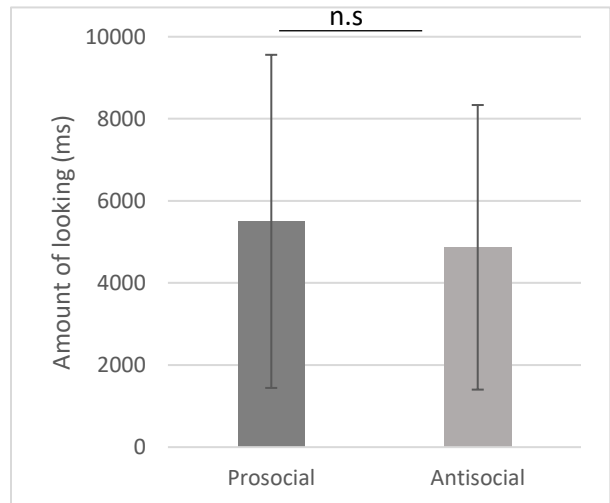


Figure 6. Infants' looking time to each character (ms). n.s. nonsignificant, * $p < .05$; ** $p < .01$.

Social Learning Task

The 2x2x2x2 repeated-measures revealed a statistically significant three-way interaction between condition, block and cue ($F(1, 2) = 52.346, p = .019$). There was a statistically significant simple two-way interaction between condition and block for the cued corners ($F(1, 2) = 36.976, p = .026$) but not for the non-cued ones ($F(1, 2) = 2.859, p = .233$). For the cued corners, we observed specifically for the last two blocks (3 and 4) ($F(1, 2) = 86.428; p = .011$), that infants looked longer to locations cued in the prosocial condition than in the antisocial condition ($M_{pro} = 25.707, SD_{pro} = 5.666, M_{anti} = 10.6, SD_{anti} = 5.307$) (Figure 7). There was no effect for the first two blocks (blocks 1 and 2) ($F(1, 9) = .152, p = .705$). It is to be noted that the total observation time did not differ from one condition to another ($F(1, 2) = 2.229, p = .274$). Moreover, for the cued factor, there was a statistically significant simple main effect of block in the antisocial condition ($F(1, 3) = 10.801; p = .046$), indicating that the looking time of the cued corners decreases significantly between the first and the last part of the experiment when the antisocial character indicated the target stimulus in the learning trials ($M_{Blocks1\&2} = 32.246, SD_{Blocks1\&2} = 7.208, M_{Blocks3\&4} = 16.008, SD_{Blocks3\&4} = 6.582$). This effect was not observed in the prosocial condition ($F(1, 5) = 0.245, p = .635$).

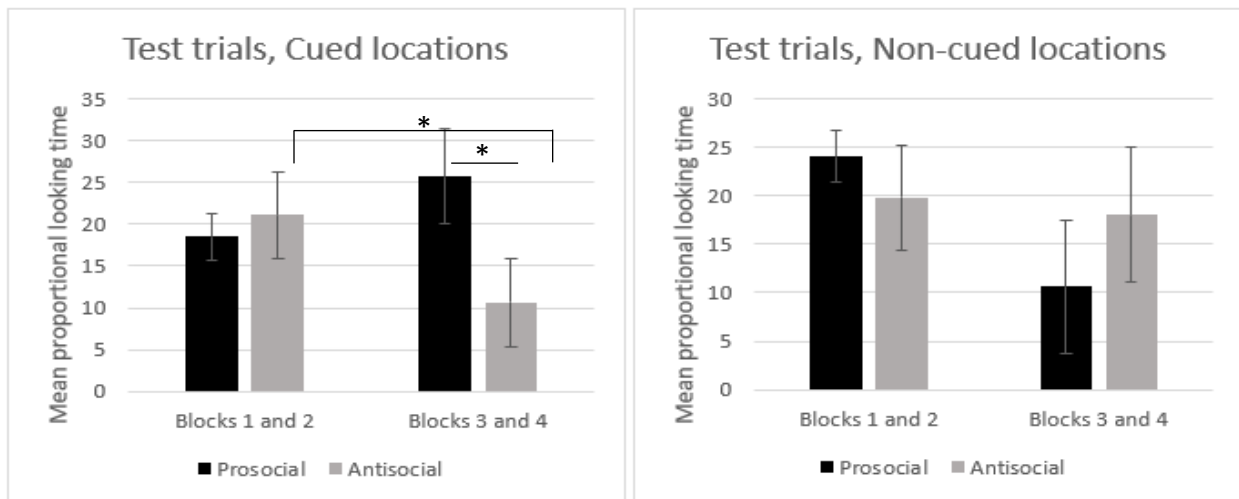


Figure 7. Infants' mean proportional looking time during test trials. Left graph shows results from cued locations, and right graph shows those from non-cued locations. * $p < .05$

The analysis also revealed a second three-way interaction between block, cue and object ($F(1, 2) = 165.233, p = .006$). Further analysis separating first and second half of the experiment, revealed a two-way interaction between cue and object ($F(1, 2) = 67.564, p = .014$), for blocks 3 and 4 but not for the first two blocks ($F(1, 9) = 1.623, p = .235$). Looking times were longer to non-cued incorrect objects and to cued correct object compared to non-cued correct object and cued incorrect object. However, post-hoc analyses did not show any significant differences ($ps > 0.25$) (figure 8). Overall, the $2 \times 2 \times 2$ analysis could not reveal any four-way interaction between condition, block, object and cue ($F(1, 2) = 1.258, p = .379$) or three-way interaction between condition, object and cue ($F(1, 2) = 184.044, p = .680$).

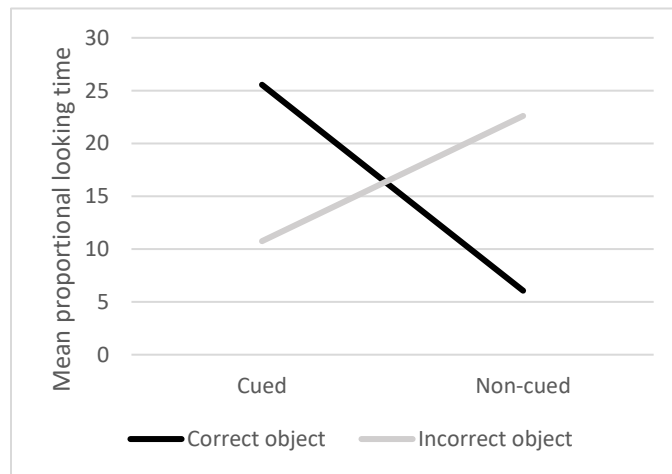


Figure 8. Interaction between cued factor and object factor on infants' mean proportional looking time.

DISCUSSION

Our study aimed to investigate the role of the social evaluation on infants' social learning, by assessing the preference of infants between 6 and 9 months of age for pro- and anti-social characters and examining whether infants learn differently from one agent to another. First, we demonstrated that 6 to 9-month-olds socially evaluate others and prefer prosocial behaviors. In fact, infants robustly choose the prosocial agents over the antisocial ones when using a manual choice as a measure of their preferences, converging with the results of prior work using the *Climbing the Hill* paradigm in younger (Hamlin et al., 2007, 2010), older, (Hamlin et al., 2007) and same age infants (Hamlin, 2015). Interestingly, when infants' social preference was assessed with a forced-choice preferential looking procedure, they did not look longer to the prosocial character than the antisocial one. We could see two reasons why the results of the visual preference test did not converge with those from the manual choice measure. First, it could be explained by the fact that the two measures were not performed at the same moment in the experiment. In fact, the manual choice measure followed the familiarization phase of the social evaluation task, while the preferential looking measure was included between the two conditions of the social learning task. It is therefore possible that the condition preceding the preferential looking measure had an impact on the observation time spent on each character (e.g., the child looked longer at the antisocial character when the antisocial condition preceded the preferential looking test, or vice versa). Secondly, it could be due to the inefficiency of the visual preference test in infants aged between 6 and 9 months old. Evaluating infants' preferences by their looking times remains controversial, and some researchers claim that we should not attribute advanced cognitive abilities to infants only on the base of the results of the looking time procedure (Haith, 1998; Tafreshi, Thompson & Racine, 2014). Longer looking times are interpreted as surprise or preference depending of the studies, which makes interpretation of infants' looking behavior quite difficult (Tafreshi et al.,

2014). Furthermore, to our knowledge, this procedure was never used in infants older than 5 months to evaluate social preferences since they are old enough to do the manual choice, which is thought to be a more reliable way to evaluate older infants' preferences at this age according to many authors (Margoni et Surian, 2018; Salvadori et al., 2011).

In the social learning task, we observed, in the test trials, a prosociality effect in the second part of the experimentation, as infants looked significantly longer to the cued locations in the prosocial condition than in the antisocial condition, despite an equivalent total looking time. Thus, it seems infants made greater use of the social cues provided by the prosocial character (gaze direction, head rotation) when trying to learn the task than the cues provided by the antisocial character. Furthermore, we observed a decrease in the total looking time to the cued corners during the test trials for the antisocial character only. We could interpret this as a loss of interest or trust in the information provided by the antisocial character throughout the experiment. However, these last two hypotheses cannot be confirmed by the current results since we did not observe any significant difference between the observation time of cued locations compared to non-cued locations, for the prosocial or the antisocial condition. Nevertheless, through both conditions we observed a general learning effect, that was however not the one expected, since infants did not make an audio-visual pairing, nor used the characters' social cues. Instead, we found that infants are preferentially looking to the correct/cued and incorrect/non-cued corners (Figure 9). This raises questions about the locations that infants perceived as 'cued'. Is it indeed the bottom two corners that were perceived as cued by the agents, or could it be the corners located on the same side of the screen? Perhaps infants relied more on «head rotation» (to the left or right), than the gaze that was directed at the two bottom corners (lower left and right).

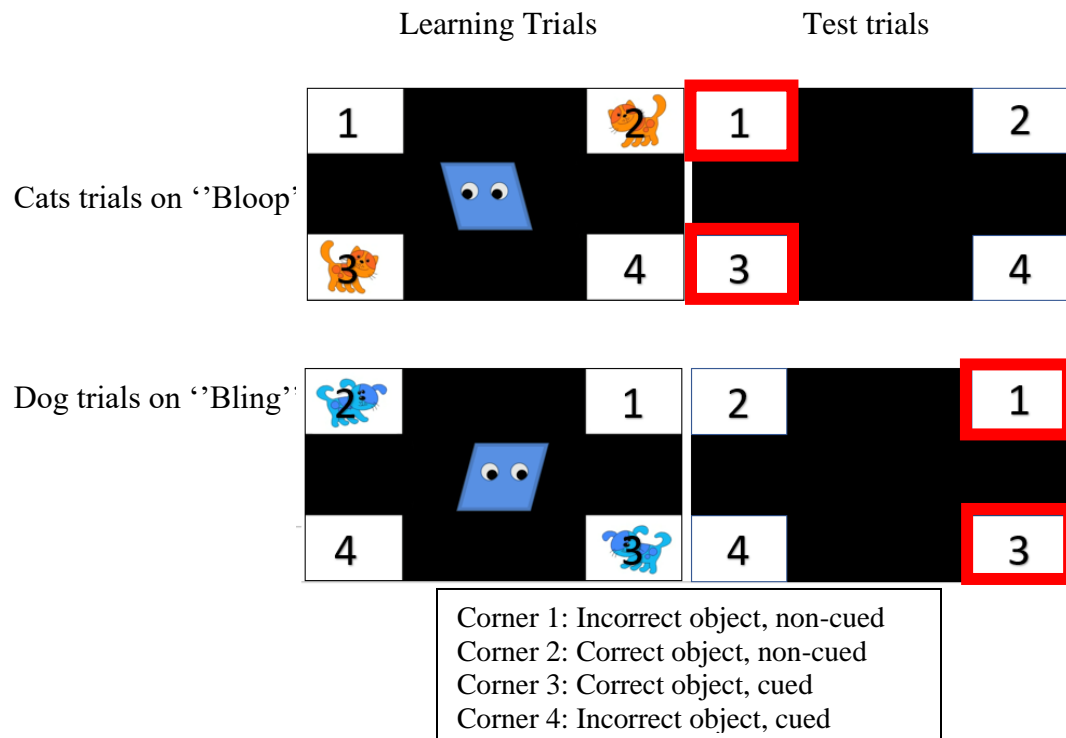


Figure 9. Infants’ learning effect in test trials.

To summarize, we observed a learning effect, a prosociality effect, but no interaction between the two, unlike what was expected. Besides, the observed learning effect does not match Wu and Kirkham’s findings (2010), since our participants could not distinguish the multimodal events, nor use the social cues provided by the characters. Instead, the participants seem to have associated a sound to lateral locations (corresponding to the side cued by the characters). Methodological dissimilarities could explain why our results differed from the original study. First, the experimental paradigm we adopted was not the same as the one used in the original study. We used animated characters to indicate the location of the target stimulus, whereas they used a video of a live woman. It is possible that the social cues provided by a human face are more effective than those provided by animated characters, as suggested by past studies (Kidd and Breazeal, 2005). In addition, as mentioned above, the characters’ social cues (gaze and head rotation) were possibly not sufficiently clear, which could explain why the participants associated a sound with

one side of the screen, instead of the bottom of the screen. It could also explain why we did not observe any effect when we compared the cued locations to non-cued ones for the prosocial and the antisocial conditions. Another methodological difference might explain why our results diverged from the original study (Wu and Kirkham, 2010). Our animated characters had a positive (prosocial) or negative (antisocial) social value, while the central agent in their study (woman) had a neutral social value. This adds additional information to the original learning task, which was already quite complex in itself (learning by audio-visual-spatial correspondence with target stimuli and distractors). Thus, there may have been too many parameters to consider at once for infants that young.

Overall, our findings add to the expanding literature on social learning in infancy. Research in recent years has shown that from the first year of life, infants use social cues (gaze direction; facial expressions) to guide their learning, preferring them to cues with no social value (e. g: lights, sound) (Hirotani, Stets, Striano & Friederici, 2009; Striano, Chen, Cleveland & Bradshaw, 2006; Wu & Kirkham, 2010; Wu, Tummeltshammer, Gliga & Kirkham, 2014). Our results suggest furthermore that not all social cues are equivalent in terms of effectiveness to guide infants' learning. Further studies are needed to better understand the current results and observed phenomena.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare they have no conflict of interests.

REFERENCES

- Hamlin, J. K. (2015). The case for social evaluation in preverbal infants: gazing toward one's goal drives infants' preferences for Helpers over Hinderers in the hill paradigm. *Frontiers in Psychology, 5*, 1563.
- Hamlin, J. K., & Wynn, K. (2012). Who knows what's good to eat? Infants fail to match the food preferences of antisocial others. *Cognitive Development, 27*(3), 227-239.
- Hamlin, J. K., Wynn, K., & Bloom, P. (2007). Social evaluation by preverbal infants. *Nature, 450*(7169), 557.
- Hamlin, J. K., Wynn, K., & Bloom, P. (2010). Three-month-olds show a negativity bias in their social evaluations. *Developmental science, 13*(6), 923-929.
- Haith, M. M. (1998). Who put the cog in infant cognition? Is rich interpretation too costly?. *Infant behavior and development, 21*(2), 167-179.
- Hirotnani, M., Stets, M., Striano, T., & Friederici, A. D. (2009). Joint attention helps infants learn new words: event-related potential evidence. *Neuroreport, 20*(6), 600-605.
- Holvoet, C., Scola, C., Arciszewski, T., & Picard, D. (2016). Infants' preference for prosocial behaviors: A literature review. *Infant Behavior and Development, 45*, 125-139.
- Kidd, C., & Breazeal, C. (2005). Comparison of social presence in robots and animated characters. *Interaction Journal Studies*.
- Margoni, F., & Surian, L. (2018). Infants' evaluation of prosocial and antisocial agents: A meta-analysis. *Developmental psychology, 54*(8), 1445.
- Salvadori, E., Blazsekova, T., Volein, A., Karap, Z., Tatone, D., Mascaro, O., & Csibra, G. (2015). Probing the strength of infants' preference for helpers over hinderers: Two replication attempts of Hamlin and Wynn (2011). *PloS one, 10*(11), e0140570.
- Striano, T., Chen, X., Cleveland, A., & Bradshaw, S. (2006). Joint attention social cues influence infant learning. *European Journal of Developmental Psychology, 3*(3), 289-299.
- Tafreshi, D., Thompson, J. J., & Racine, T. P. (2014). An analysis of the conceptual foundations of the infant preferential looking paradigm. *Human Development, 57*(4), 222-240.
- Willis, J., & Todorov, A. (2006). First impressions: Making up your mind after a 100-ms exposure to a face. *Psychological science, 17*(7), 592-598.
- Wu, R., & Kirkham, N. Z. (2010). No two cues are alike: Depth of learning during infancy is dependent on what orients attention. *Journal of Experimental Child Psychology, 107*(2), 118-136.
- Wu, R., Tummeltshammer, K. S., Gliga, T., & Kirkham, N. Z. (2014). Ostensive signals support learning from novel attention cues during infancy. *Front Psychol, 5*, 251.

Conclusion générale

Discussion générale

L'objectif de cet essai doctoral était d'investiguer plus en profondeur la relation existante entre l'évaluation sociale et l'apprentissage en contexte social au cours de la première année de vie des nourrissons. Pour ce faire, cette étude avait comme premier objectif d'évaluer la préférence des nourrissons pour les agents prosociaux, à l'aide du paradigme Climbing the Hill de Hamlin et ses collègues (2007). Le deuxième objectif visait à examiner si la préférence sociale des nourrissons influençait leur sélection d'informations lors d'une tâche d'apprentissage en contexte social, adaptée de l'étude de Wu et Kirkham (2010).

Cette présente étude a démontré une robuste préférence des nourrissons pour l'agent prosocial lorsqu'il leur a été demandé de choisir entre un personnage ayant précédemment aidé ou empêché un protagoniste d'atteindre le haut d'une colline. Nos résultats répliquent les conclusions de l'étude originale de Hamlin et ses collègues (2007) et convergent avec les résultats d'autres études ayant examiné les préférences sociales des nourrissons plus jeunes (Hamlin et al., 2010) et plus âgés (Hamlin, 2015) utilisant le même scénario que le nôtre. Nos résultats sont également en accord avec la majorité des études qui se sont intéressées à l'évaluation sociale des nourrissons dans d'autres contextes sociaux (Buon et al., 2014; Burns et Sommerville, 2014; Geraci et Surian, 2011; Hamlin, 2013; Hamlin et Wynn, 2011; Scola et al, 2015; Steckler et al., 2017; Surian et Franchin, 2017). Cependant, lorsque la préférence sociale des nourrissons a été mesurée avec le paradigme du regard préférentiel, nos participants n'ont pas démontré de préférence visuelle pour l'agent prosocial. Bien qu'il existe une étude ayant démontré une correspondance entre les mesures de regard préférentiel et de choix manuel chez des nourrissons de cinq mois (Kinzler, Dupoux et Spelke, 2007), d'autres études plus récentes, dont l'âge des participants se rapproche des nôtres (10 et 12 mois), ont rapporté un écart entre les résultats obtenus aux deux mesures (Kanakogi,

Okumura, Inoue, Kitazaki et Itakura, 2013; Okumura, Kanakogi, Kanda, Ishiguro et Itakura, 2013). Par exemple, quand on présente aux nourrissons de 10 mois une forme géométrique écrasant une autre, les nourrissons, lors d'une mesure de choix manuel, choisissent systématiquement la victime plutôt que l'agresseur. Or, similairement à ce qu'on retrouve dans cette présente étude, le temps d'observation des deux figures ne diffère pas significativement (Kanakogi et al., 2013). Plusieurs facteurs peuvent expliquer la divergence de résultats entre nos deux mesures. Premièrement, la mesure de regard préférentiel a été collectée plus tard au cours de l'expérimentation (entre les deux conditions de la tâche d'apprentissage en contexte social). Il est alors possible que la condition qui précédait la mesure de préférence visuelle, ait eu un effet sur le temps d'observation des bébés. Une présentation contrebalancée des deux types de mesures aurait permis d'éliminer ce biais. Une deuxième hypothèse pourrait expliquer la raison pour laquelle nous n'avons pas observé de préférence pour le personnage prosocial lors de la mesure de regard préférentiel. Il est possible que cette mesure ne soit tout simplement pas une méthode adaptée pour évaluer la préférence sociale des nourrissons plus âgés. En effet, à notre connaissance, les seules études qui ont utilisé avec succès la mesure de regard préférentiel pour évaluer la préférence des très jeunes enfants recrutaient des nourrissons âgés de moins de cinq mois (Hamlin et al., 2010; Hamlin et Wynn, 2011; Kinzler et al., 2007). Or, les études qui ont utilisé cette méthode chez des nourrissons plus âgés (entre 10 et 24 mois) n'ont pas connu autant de succès (Cowell et Decety; Kanakogi et al., 2013; Okumura et al., 2013). Ce phénomène pourrait en partie être expliqué par le manque de fiabilité de ce type de mesure qui reste assez controversé, surtout dans le domaine d'étude des compétences sociomorales des jeunes enfants (Haith, 1998; Tafreshi et al., 2014). En effet, plusieurs chercheurs recommandent d'être prudents lors de l'interprétation des mesures de temps d'observation des nourrissons puisque ceux-ci peuvent traduire plusieurs comportements tels que la surprise ou la préférence (Tafreshi et al., 2014). Il est également possible que les nourrissons perçoivent l'agent

antisocial comme une menace et donc qu'ils passent une partie du temps à l'observer, sans pour autant le préférer (Kanakogi et al., 2013). Outre l'âge de nos participants, une autre hypothèse pourrait expliquer la raison pour laquelle la préférence des nourrissons pour l'agent prosocial n'a pas été observée par le biais du regard préférentiel. Dans cette présente étude, la préférence visuelle des nourrissons pour un ou l'autre des personnages a été examinée à l'écran d'un ordinateur. Or, Hamlin et ses collègues (2010) ont évalué la préférence sociale des nourrissons de trois mois à l'aide d'objets réels, en leur présentant physiquement les deux personnages en bois et en calculant le temps d'observation de chaque personnage sur une période de 30 secondes. Il est donc possible que cette divergence méthodologique puisse avoir influé sur nos résultats.

Notre second objectif visait à déterminer si les nourrissons âgés entre six et neuf mois préféreraient apprendre d'un agent prosocial que d'un agent antisocial. Notre hypothèse de départ, qui stipulait que les nourrissons utiliseraient l'information fournie par le personnage positivement évalué, mais ignoreraient l'information fournie par le personnage négativement évalué pour apprendre une tâche, n'a pas pu être confirmée. Néanmoins, les résultats montrent que dans la phase test, les nourrissons ont davantage regardé les localisations indicées par le personnage qui a précédemment posé des actions prosociales, que celles indicées par l'agent antisocial. Il semblerait donc que l'évaluation sociale des nourrissons dans la première tâche ait eu un impact sur la sélection des informations de ces enfants lors d'une deuxième tâche qui visait cette fois-ci l'apprentissage multimodal. Ceci pourrait indiquer que les bébés ont davantage utilisé les indices sociaux (direction du regard, rotation de la tête) fournis par l'agent prosocial lorsqu'ils tentaient d'apprendre une tâche audio-visuo-spatiale dans laquelle ils devaient apparier un son avec un stimulus et une localisation. Toutefois, les résultats actuels ne permettent pas de confirmer une telle hypothèse puisqu'aucun effet d'apprentissage par indice pour les personnages pro- ou antisocial

n'a été retrouvé dans les analyses (c-a-d différence significative entre les cases indicées et non-indicées pour les personnages pro- et antisocial). Par ailleurs, nous avons constaté que le temps d'observation des nourrissons envers les localisations indicées par le personnage antisocial diminuait entre la première et la deuxième moitié de l'expérience, alors qu'on s'attend à ce qu'un apprentissage se forme au fil de l'expérimentation et des répétitions. De façon intéressante, cet effet n'a pas été retrouvé dans la condition prosociale. Ceci pourrait traduire un désintérêt/aversion envers le personnage antisocial, ou alors une intérêt/préférence envers le personnage prosocial. Malheureusement, le devis expérimental utilisé ne permet pas de confirmer si c'est un biais positif envers le personnage prosocial ou un biais négatif envers le personnage antisocial qui a apporté une telle disparité entre les résultats obtenus dans les deux conditions. Pour ce faire, il aurait été pertinent d'intégrer une condition neutre, c'est-à-dire un troisième personnage avec lequel les nourrissons n'auraient pas interagi auparavant. Ainsi, si les nourrissons préféraient apprendre de l'agent neutre que de l'agent antisocial, un biais négatif aurait été mis de l'avant, alors que s'ils utilisaient uniquement les informations fournies par le personnage prosocial, mais pas celles fournies par les personnages neutre et antisocial, il aurait été possible de statuer sur la présence d'un biais positif. Les études sur le sujet qui ont intégré des conditions neutres dans leur protocole ont plutôt démontré une aversion envers le personnage antisocial (Hamlin et Wynn, 2012; Hamlin et al., 2007). En effet, dans leur étude, Hamlin et Wynn (2012) ont constaté que les nourrissons utilisaient les informations fournies par les personnages prosociaux et neutres, mais pas les antisociaux. Ils ont supposé que la réponse typique des nourrissons était d'accepter l'information que les autres leur fournissent, à moins que la source d'information présente des raisons de ne pas leur faire confiance. Toujours selon les auteurs, ce patron de réponses serait un comportement évolutif qui aurait permis aux humains d'apprendre le plus possible, du plus grand nombre de sources d'informations.

En outre, à travers les deux conditions, nous avons observé un effet d'apprentissage général, qui n'était cependant pas celui auquel nous nous attendions, puisque les bébés ne semblent pas avoir fait d'appariement audiovisuel, ni utilisé les indices sociaux fournis par les personnages. Tel que mentionné dans l'article ci-dessus, ils semblent avoir associé un son avec un côté de l'écran (regardent davantage les cases supérieure et inférieure droites lorsque le son associé à la case inférieure droite retentit). Ce résultat remet en question la définition de l'indilage dans cette tâche. Est-ce que les deux cases du bas, qui sont indicées à tour de rôle par les agents durant les phases d'apprentissage, ont réellement davantage de valeur «indicée» pour les nourrissons, tel que nous l'avions conceptualisé? Ou est-ce que ce sont les cases du même côté de l'écran (supérieure et inférieure droites, ou supérieure et inférieure gauche) qui sont perçues par les nourrissons comme indicées par les deux agents? En effet, il est possible que les nourrissons se soient principalement fié à la rotation de la tête des agents (droite ou gauche) que sur la direction du regard (coins inférieurs droit ou gauche), regardant ainsi de manière indiscriminée les deux cases inférieure et supérieure d'un même côté. Pour vérifier cette hypothèse, il aurait été intéressant d'examiner les endroits vers où était dirigée l'attention des nourrissons durant les phases d'apprentissage.

En somme, nous avons observé un effet de prosocialité, un effet d'apprentissage, mais pas d'interaction entre les deux tel qu'attendu. De plus, l'effet d'apprentissage observé n'était pas celui escompté puisque dans notre étude, les nourrissons n'ont pas fait d'apprentissage par indilage social, ni d'apprentissage multimodal, tel que retrouvé dans l'étude originale de Wu et Kirkham (2010). Or, suivant le développement normal de l'intégration multimodale des nourrissons, il est attendu qu'autour de huit mois, les nourrissons puissent correctement associer un événement visuel à un événement auditif et une localisation précise (Richardson et Kirkham, 2004; Wu et Kirkham, 2010; voir Lewkowicz, 2000 pour une revue). En fait, l'intégration multisensorielle apparaît très tôt dans le développement, certaines capacités intersensorielles étant même présentes dès la

naissance, se raffinant et se complexifiant au fil des mois (Lewkowicz, 2000). À titre d'exemple, dès les premières heures de vie, les nourrissons peuvent apparier un son à un objet (Morrongiello, Fenwick et Chance, 1998), une capacité se développant si rapidement qu'aux alentours de six mois, les nourrissons sont en mesure d'encoder et de récupérer des associations multimodales complexes, en associant un évènement visuel unique, à un son arbitraire et une localisation unique (Kirkham, Richardson et Jonhson, 2012; Richardson et Kirkham, 2004; Wu et Kirkham, 2010). Des divergences méthodologiques avec l'étude originale peuvent expliquer en partie la raison pour laquelle nous n'avons pas obtenu des résultats similaires à l'étude originale (se référer à l'article ci-dessus).

Limites

Cet essai doctoral comporte quelques limites, en plus de celles déjà mentionnées plus haut. D'abord, la séance d'expérimentation était considérablement longue pour de si jeunes enfants. Étant donné leur attention limitée, les nourrissons avaient tendance à s'agiter davantage vers la fin de l'expérimentation et les parents intervenaient parfois pour recentrer leur attention sur l'écran. Une séance d'expérimentation plus courte aurait pu, dans certains cas, éviter l'intervention de tierces personnes dans le processus d'évaluation. Pour réduire le temps d'expérimentation, il aurait été pertinent d'avoir deux échantillons appariés et de présenter seulement une condition de la tâche d'apprentissage à chaque groupe (groupe A = prosocial; groupe B = antisocial).

Ensuite, la taille de notre échantillon est assez restreinte. Malgré que les études antérieures ayant utilisé le même paradigme que le nôtre aient majoritairement utilisé des tailles d'échantillon semblables (entre 12 et 16 participants), Margoni et Shepperd (2019) mettent en garde les chercheurs sur les risques de publier des études avec des échantillons aussi restreints. Selon eux, un petit échantillon s'accompagne d'une faible puissance statistique et augmente substantiellement

le risque d'obtenir des résultats faussement positifs ou faussement négatifs, tout en diminuant la probabilité de détecter de petits effets statistiquement significatifs. Notons toutefois que hormis la mesure de regard préférentiel, il y avait peu de variabilité entre nos participants sur les différentes mesures utilisées (voir tableau 1), augmentant la puissance statistique de notre étude.

		Condition prosociale	Condition antisociale
Tâche d'évaluation sociale	Mesure de choix manuel	13 nourrissons / 14	1 nourrisson / 14
	Mesure de regard préférentiel (Temps d'observation-ms)	M=5501,643 ET=4058,337	M=4869,214 ET=3466,966
Tâche d'apprentissage en contexte social	Proportion de temps d'observation des cases indicées (Blocs 1 et 2)	M=18,482 ET=2,836	M=21,126 ET=5,188
	Proportion de temps d'observation des cases indicées (Blocs 3 et 4)	M=25,707 ET=5,666	M=10,6 ET=5,307

Tableau 1. Moyenne et écart-type des différentes mesures

Par ailleurs, la tâche d'apprentissage utilisée dans cette présente étude est une méthode préliminaire qui n'a jamais servie auprès des nourrissons auparavant. En regard des résultats obtenus dans cet essai et des limites mentionnées, nous améliorerions la tâche de diverses façons. D'abord, elle pourrait être simplifiée. Par exemple, il pourrait y avoir deux cases au lieu de quatre, où apparaîtraient deux stimuli, dont un agirait comme distracteur, et un comme stimulus-cible (indiqué par l'agent pro- ou antisocial). Puisque la tâche d'apprentissage serait simplifiée, le devis pourrait probablement être écourté, et donc les bébés auraient plus de chance d'être attentifs en fin de tâche. De plus, les yeux des agents pourraient être plus grands et la rotation de la tête, plus

évidente. Des agents en trois dimensions pourraient possiblement aider à clarifier les indices sociaux fournis par les personnages.

Perspectives futures

Dans de futures recherches, il pourrait être pertinent de s'intéresser à la façon dont se développent l'évaluation sociale et l'apprentissage en contexte social chez certaines populations cliniques. En tant qu'êtres sociaux, le processus d'acquisition des compétences sociales semble simple et naturel, mais ce processus reste un réel défi pour certaines populations cliniques, comme ceux atteints d'un trouble du spectre autistique (TSA). Malgré l'intérêt porté au domaine du TSA et le nombre grandissant d'études qui tentent d'identifier des marqueurs de l'autisme dans la première année de vie des enfants à risques, les signes précurseurs du TSA restent aujourd'hui inconnus puisqu'ils sont très variables d'un individu à l'autre et souvent subtils (Elsabbagh et Johnson, 2016). Des atteintes précoces au niveau social ont toutefois été relevées à travers plusieurs études (Cornew, Dobkins, Akshoomoff, McCleery et Carver, 2012; Jones et al., 2016; Lloyd-Fox et al., 2013; Zwaigenbaum et al., 2005). Parmi ces déficits, on trouve des atypies au niveau du contact visuel, une attention visuelle diminuée, moins d'imitation spontanée des gestes d'autrui, des réponses plus faibles lorsqu'on les appelle par leur nom, ainsi qu'une expressivité réduite des affects positifs tels que le sourire (Zwaigenbaum et al., 2005). De plus, comparativement aux bébés neurotypiques, il a été démontré que les nourrissons ayant reçu un diagnostic de TSA plus tard au cours de leur vie allaient chercher moins rapidement et moins efficacement les informations émotionnelles et sociales fournies par les adultes de leur entourage lorsque confrontés à un nouvel objet (Cornew et al., 2012). En regard de ces déficits sociaux précoces, il nous apparaît hautement pertinent d'étudier le développement de l'évaluation sociale et de l'apprentissage en contexte social chez les nourrissons à haut risque d'autisme. Dans un second temps, il pourrait également être intéressant d'investiguer l'impact d'une neuroanatomie atypique sur le développement de ces deux

habiletés sociales, chez des macrocéphales, par exemple. En effet, en clinique, une circonférence crânienne anormalement élevée, surtout lorsqu'elle est accompagnée d'un élargissement rapide au cours de la première année de vie, est un signe de pathologie neurodéveloppementale, et certains auteurs pensent qu'un volume cérébral important pourrait agir comme biomarqueur du TSA (Courchesne, Carper et Akshoomoff, 2003; Hazlett et al., 2011; Shen et al., 2013). La trajectoire développementale des macrocéphales n'a pas beaucoup été étudiée à ce jour, et à notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée au développement social de cette population. Pourtant, étant donné la possibilité que la macrocéphalie soit un biomarqueur du TSA, et puisqu'on retrouve les mêmes patrons de dysconnectivité cérébrale chez les macrocéphales que chez les personnes autistes (Changizi et Shimojo, 2005; Karbowski, 2003; Lewis et Elman, 2008; Lewis et al., 2009; Lewis et al., 2013; Olivares et al., 2001; Plitt et al., 2015), il est possible que les macrocéphales montrent des atteintes sociales au même titre que celles retrouvées dans le TSA. En somme, maintenant qu'on en connaît davantage sur le développement normal de l'évaluation sociale et l'apprentissage en contexte social des nourrissons, la prochaine étape serait d'étudier le développement de ces deux habiletés sociales chez des populations cliniques ou à risque, afin d'éventuellement cerner si des atypies au niveau de ces comportements sociaux peuvent agir comme signes précurseurs de pathologies neurodéveloppementales plus tard au cours de leur vie.

Implications

En conclusion, cet essai doctoral contribue à élargir les connaissances sur le développement de deux habiletés sociales distinctes. Nos résultats appuient substantiellement la théorie stipulant que les nourrissons évaluent autrui sur la base de leurs actions prosociales et antisociales, et enrichit la littérature s'intéressant à l'apprentissage en contexte social. Si les nourrissons ne considèrent pas les individus posant des actions antisociales comme des sources fiables d'information, il est

possible que les mécanismes sous-jacents de l'évaluation sociale influencent plus largement le développement de l'enfant que ce que l'on croyait initialement. En plus de mettre en lumière le développement normal et attendu de ces deux habiletés sociales, cette étude pourrait servir de comparaison pour de futures études souhaitant évaluer le développement de ces deux compétences chez des populations cliniques, ou à risque.

Références citées dans l'introduction et la conclusion générale

- Bandura, A. (1978). Social learning theory of aggression. *J Commun*, 28(3), 12-29.
- Barr, R., Dowden, A. et Hayne, H. (1996). Developmental changes in deferred imitation by 6-to 24-month-old infants. *Infant behavior and development*, 19(2), 159-170.
- Brooks, R. et Meltzoff, A. N. (2002). The importance of eyes: how infants interpret adult looking behavior. *Dev Psychol*, 38(6), 958-966.
- Butterworth, G. et Cochran, E. (1980). Towards a mechanism of joint visual attention in human infancy. *International Journal of Behavioral Development*, 3(3), 253-272.
- Burns, M. P., et Sommerville, J. (2014). "I pick you": the impact of fairness and race on infants' selection of social partners. *Frontiers in Psychology*, 5, 93.
- Buon, M., Jacob, P., Margules, S., Brunet, I., Dutat, M., Cabrol, D., et Dupoux, E. (2014). Friend or foe? Early social evaluation of human interactions. *PloS one*, 9(2), e88612.
- Canfield, C. F. et Saudino, K. J. (2016). The influence of infant characteristics and attention to social cues on early vocabulary. *J Exp Child Psychol*, 150, 112-129.
- Carpenter, M., Call, J. et Tomasello, M. (2005). Twelve- and 18-month-olds copy actions in terms of goals. *Dev Sci*, 8(1), F13-20.
- Carpenter, M., Nagell, K. et Tomasello, M. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monogr Soc Res Child Dev*, 63(4), i-vi, 1-143.
- Changizi, M. A. et Shimojo, S. (2005). Parcellation and area-area connectivity as a function of neocortex size. *Brain Behav Evol*, 66(2), 88-98.
- Colombo, J. (2001). The development of visual attention in infancy. *Annu Rev Psychol*, 52, 337-367.
- Cornew, L., Dobkins, K. R., Akshoomoff, N., McCleery, J. P. et Carver, L. J. (2012). Atypical social referencing in infant siblings of children with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*, 42(12), 2611-2621.
- Cowell, J. M., et Decety, J. (2015). Precursors to morality in development as a complex interplay between neural, socioenvironmental, and behavioral facets. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(41), 12657-12662.
- Courchesne, E., Carper, R. et Akshoomoff, N. (2003). Evidence of brain overgrowth in the first year of life in autism. *JAMA*, 290(3), 337-344. doi: 10.1001/jama.290.3.337
- Deak, G. O., Flom, R. A. et Pick, A. D. (2000). Effects of gesture and target on 12- and 18-month-olds' joint visual attention to objects in front of or behind them. *Dev Psychol*, 36(4), 511-523.
- Elsabbagh, M. et Johnson, M. H. (2016). Autism and the Social Brain: The First-Year Puzzle. *Biol Psychiatry*, 80(2), 94-99.
- Flom, R. et Johnson, S. (2011). The effects of adults' affective expression and direction of visual gaze on 12-month-olds' visual preferences for an object following a 5-minute, 1-day, or 1-month delay. *Br J Dev Psychol*, 29(Pt 1), 64-85.
- Geraci, A., et Surian, L. (2011). The developmental roots of fairness: Infants' reactions to equal and unequal distributions of resources. *Developmental Science*, 14(5), 1012-1020.
- Jones, E. J., Venema, K., Earl, R., Lowy, R., Barnes, K., Estes, A., . . . Webb, S. J. (2016). Reduced engagement with social stimuli in 6-month-old infants with later autism spectrum disorder: a longitudinal prospective study of infants at high familial risk. *J Neurodev Disord*, 8, 7.

- Haith, M. M. (1998). Who put the cog in infant cognition? Is rich interpretation too costly?. *Infant behavior and development*, 21(2), 167-179.
- Hamlin, J. K. (2013). Failed attempts to help and harm: Intention versus outcome in preverbal infants' social evaluations. *Cognition*, 128(3), 451-474.
- Hamlin, J. K. (2014). Context-dependent social evaluation in 4.5-month-old human infants: The role of domain-general versus domain-specific processes in the development of social evaluation. *Frontiers in Psychology*, 5, 614.
- Hamlin, J. K. (2015). The case for social evaluation in preverbal infants: gazing toward one's goal drives infants' preferences for Helpers over Hinderers in the hill paradigm. *Frontiers in Psychology*, 5, 1563.
- Hamlin, J. K., Mahajan, N., Liberman, Z., et Wynn, K. (2013). Not like me= bad: Infants prefer those who harm dissimilar others. *Psychological science*, 24(4), 589-594.
- Hamlin, J. K., et Wynn, K. (2012). Who knows what's good to eat? Infants fail to match the food preferences of antisocial others. *Cognitive Development*, 27(3), 227-239.
- Hamlin, J. K., Wynn, K., et Bloom, P. (2007). Social evaluation by preverbal infants. *Nature*, 450(7169), 557.
- Hamlin, J. K., Wynn, K., et Bloom, P. (2010). Three-month-olds show a negativity bias in their social evaluations. *Developmental science*, 13(6), 923-929.
- Hamlin, J. K., Wynn, K., Bloom, P., et Mahajan, N. (2011). How infants and toddlers react to antisocial others. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(50), 19931-19936.
- Hazlett, H. C., Poe, M. D., Gerig, G., Styner, M., Chappell, C., Smith, R. G., . . . Piven, J. (2011). Early brain overgrowth in autism associated with an increase in cortical surface area before age 2 years. *Arch Gen Psychiatry*, 68(5), 467-476.
- Hirotsani, M., Stets, M., Striano, T. et Friederici, A. D. (2009). Joint attention helps infants learn new words: event-related potential evidence. *Neuroreport*, 20(6), 600-605.
- Holvoet, C., Scola, C., Arciszewski, T., et Picard, D. (2016). Infants' preference for prosocial behaviors: A literature review. *Infant Behavior and Development*, 45, 125-139.
- Kanakogi, Y., Okumura, Y., Inoue, Y., Kitazaki, M., et Itakura, S. (2013). Rudimentary sympathy in preverbal infants: preference for others in distress. *PloS one*, 8(6), e65292.
- Karbowski, J. (2003). How does connectivity between cortical areas depend on brain size? Implications for efficient computation. *J Comput Neurosci*, 15(3), 347-356.
- Kinzler, K. D., Dupoux, E., et Spelke, E. S. (2007). The native language of social cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(30), 12577-12580.
- Kirkham, N. Z., Richardson, D. C., Wu, R., & Johnson, S. P. (2012). The importance of "what": Infants use featural information to index events. *Journal of experimental child psychology*, 113(3), 430-439.
- Klennert, M. D. (1984). The regulation of infant behavior by maternal facial expression. *Infant Behavior and Development*, 7(4), 447-465.
- Kuhlmeier, V., Wynn, K., et Bloom, P. (2003). Attribution of dispositional states by 12-month-olds. *Psychological science*, 14(5), 402-408.
- Lewis, J. D. et Elman, J. L. (2008). Growth-related neural reorganization and the autism phenotype: a test of the hypothesis that altered brain growth leads to altered connectivity. *Dev Sci*, 11(1), 135-155. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00634.x
- Lewis, J. D., Theilmann, R. J., Sereno, M. I. et Townsend, J. (2009). The relation between connection length and degree of connectivity in young adults: a DTI analysis. *Cereb Cortex*, 19(3), 554-562. doi: 10.1093/cercor/bhn105

- Lewis, J. D., Theilmann, R. J., Townsend, J. et Evans, A. C. (2013). Network efficiency in autism spectrum disorder and its relation to brain overgrowth. *Front Hum Neurosci*, 7, 845.
- Lloyd-Fox, S., Blasi, A., Elwell, C. E., Charman, T., Murphy, D. et Johnson, M. H. (2013). Reduced neural sensitivity to social stimuli in infants at risk for autism. *Proc Biol Sci*, 280(1758), 20123026.
- Margoni, F., et Surian, L. (2018). Infants' evaluation of prosocial and antisocial agents: A meta-analysis. *Developmental psychology*, 54(8), 1445.
- Margoni, Francesco et Shepperd, Martin. (2019). Changing the logic of replication. 10.31234/osf.io/xw6qt.
- McDonnell P. The development of visually-guided reaching. *Cognition and Psychophysics*. 1975;19:181–185.
- Meltzoff, A. N. (1993). The centrality of motor coordination and proprioception in social and cognitive development: From shared actions to shared minds. *Advances in psychology*, 97, 463-496.
- Morrongiello, B. A., Fenwick, K. D., & Chance, G. (1998). Crossmodal learning in newborn infants: Inferences about properties of auditory-visual events. *Infant Behavior and Development*, 21(4), 543-553.
- Mumme, D. L. et Fernald, A. (2003). The infant as onlooker: learning from emotional reactions observed in a television scenario. *Child Dev*, 74(1), 221-237.
- Olivares, R., Montiel, J. et Aboitiz, F. (2001). Species differences and similarities in the fine structure of the mammalian corpus callosum. *Brain Behav Evol*, 57(2), 98-105.
- Okumura, Y., Kanakogi, Y., Kanda, T., Ishiguro, H., et Itakura, S. (2013). The power of human gaze on infant learning. *Cognition*, 128(2), 127-133.
- Plitt, M., Barnes, K. A. et Martin, A. (2015). Functional connectivity classification of autism identifies highly predictive brain features but falls short of biomarker standards. *Neuroimage Clin*, 7, 359-366. doi: 10.1016/j.nicl.2014.12.013
- Premack, D., et Premack, A. J. (1997). Infants attribute value to the goal-directed actions of self-propelled objects. *Journal of cognitive neuroscience*, 9(6), 848-856.
- Salvadori, E., Blazsekova, T., Volein, A., Karap, Z., Tatone, D., Mascaro, O., et Csibra, G. (2011). Probing the strength of infants' preference for helpers over hinderers: Two replication attempts of Hamlin and Wynn (2011). *PloS one*, 10(11), e0140570.
- Scarf, D., Imuta, K., Colombo, M., et Hayne, H. (2012). Social evaluation or simple association? Simple associations may explain moral reasoning in infants. *PloS one*, 7(8), e42698.
- Schmidt, M. F., et Sommerville, J. A. (2011). Fairness expectations and altruistic sharing in 15-month-old human infants. *PloS one*, 6(10), e23223.
- Scola, C., Holvoet, C., Arciszewski, T., et Picard, D. (2015). Further evidence for infants' preference for prosocial over antisocial behaviors. *Infancy*, 20(6), 684-692.
- Senju, A. et Csibra, G. (2008). Gaze following in human infants depends on communicative signals. *Curr Biol*, 18(9), 668-671.
- Shen, M. D., Nordahl, C. W., Young, G. S., Wootton-Gorges, S. L., Lee, A., Liston, S. E., . . . Amaral, D. G. (2013). Early brain enlargement and elevated extra-axial fluid in infants who develop autism spectrum disorder. *Brain*, 136(Pt 9), 2825-2835.
- Sommerville, J. A., Schmidt, M. F., Yun, J. E., et Burns, M. (2013). The development of fairness expectations and prosocial behavior in the second year of life. *Infancy*, 18(1), 40-66.
- Steckler, C. M., Woo, B. M., et Hamlin, J. K. (2017). The limits of early social evaluation: 9-month-olds fail to generate social evaluations of individuals who behave inconsistently. *Cognition*, 167, 255-265.

- Striano, T., Chen, X., Cleveland, A. et Bradshaw, S. (2006). Joint attention social cues influence infant learning. *European Journal of Developmental Psychology*, 3(3), 289-299.
- Surian, L., et Franchin, L. (2017). Infants reason about deserving agents: A test with distributive actions. *Cognitive Development*, 44, 49-56.
- Tafreshi, D., Thompson, J. J., et Racine, T. P. (2014). An analysis of the conceptual foundations of the infant preferential looking paradigm. *Human Development*, 57(4), 222-240.
- Tomasello, M. et Haberl, K. (2003). Understanding attention: 12- and 18-month-olds know what is new for other persons. *Dev Psychol*, 39(5), 906-912.
- Wahl, S., Michel, C., Pauen, S. et Hoehl, S. (2013). Head and eye movements affect object processing in 4-month-old infants more than an artificial orientation cue. *Br J Dev Psychol*, 31(Pt 2), 212-230.
- Willis, J., et Todorov, A. (2006). First impressions: Making up your mind after a 100-ms exposure to a face. *Psychological science*, 17(7), 592-598.
- Wu, R., et Kirkham, N. Z. (2010). No two cues are alike: Depth of learning during infancy is dependent on what orients attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(2), 118-136.
- Wu, R., Tummeltshammer, K. S., Gliga, T. et Kirkham, N. Z. (2014). Ostensive signals support learning from novel attention cues during infancy. *Front Psychol*, 5, 251.
- Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Rogers, T., Roberts, W., Brian, J. et Szatmari, P. (2005). Behavioral manifestations of autism in the first year of life. *Int J Dev Neurosci*, 23(2-3), 143-152.

Appendice A – Questionnaire de développement maison

Nom de l'enfant : _____

Numéro de participant : _____

Date de naissance de l'enfant (jj/mm/aa) : _____

Nom de la mère : _____

Nom du père : _____

Adresse : _____ Ville : _____

Code postal : _____

Téléphone à domicile : _____

Autre téléphone : _____

QUESTIONNAIRE DE DÉVELOPPEMENT

Veillez prendre quelques minutes pour répondre aux questions suivantes.

(N.B. : le carnet de santé de votre enfant peut vous être utile pour remplir ce questionnaire)

#Participant : _____

Date d'aujourd'hui : _____

Histoire familiale

1. Langue parlée à la maison : _____

2. Origine ethnique de l'enfant et des parents (si différente) : _____

3. Langue parlée à la garderie : _____

4. Mère : Âge _____ Scolarité : _____

Occupation : _____

5. Père : Âge _____ Scolarité : _____

Occupation : _____

Revenu familial moyen : _____/année

6. Les parents sont : mariés/conjoints de fait célibataires monoparental décédés
 remariés divorcés séparés

7. Si les parents sont séparés, divorcés ou monoparental, l'enfant vit :

avec la mère avec le père en garde partagée en famille reconstitué
 autre situation

Veillez expliquer : _____

8. L'enfant est-il adopté ? Non Oui

9. Est-il en famille d'accueil ? Non Oui

10. Avez-vous d'autres enfants ? Non Oui

Si oui, inscrivez le nom, le sexe et l'âge : _____

Frère : A-t-il des troubles médicaux ou scolaires? Si oui, veuillez expliquer : _____

Sœur : A-t-elle des troubles médicaux ou scolaires? Si oui, veuillez expliquer : _____

Garderie

1. Votre enfant va-t-il à la garderie? : _____

Nom de la garderie : _____

Adresse : _____

Ville : _____ Code Postal : _____

Téléphone : _____

Nom du directeur : _____

Nom de son éducatrice : _____

Avez-vous l'impression que votre enfant présente des difficultés d'apprentissage? Oui
 Non

Depuis quand? _____

Si oui, veuillez expliquer :

Avez-vous des inquiétudes sur le fonctionnement de votre enfant dans l'un ou l'autre de ces domaines de la vie quotidienne :

attention mémoire apprendre de nouvelles connaissances développement social
 autonomie motricité fine confiance en soi/estime de soi motricité globale

autre, veuillez décrire :

Votre enfant reçoit-il ou a-t-il reçu des services spéciaux :

En orthophonie Non Oui

Dans l'affirmative, veuillez préciser quand et pour quelle raison : _____

En psychologie Non Oui

Dans l'affirmative, veuillez préciser quand et pour quelle raison : _____

En ergothérapie Non Oui

Dans l'affirmative, veuillez préciser quand et pour quelle raison : _____

En physiothérapie Non Oui

Dans l'affirmative, veuillez préciser quand et pour quelle raison : _____

Au retour de la garderie, votre enfant est :

fatigué agité a des maux de tête autres :

8. Vous parle-t-il de ce qu'il fait à la garderie ? _____

Histoire de la grossesse et de la naissance

1. Le médecin ou la mère ont-ils noté des problèmes lors de la grossesse, du travail ou de l'accouchement ? Oui Non

Si oui, veuillez expliquer :

2. La grossesse de cet enfant était la : 1ère 2ème 3ème autre, veuillez préciser _____

3. L'enfant est-il né à terme ? Oui Non, il est né à _____ semaines

4. Pendant la grossesse avez-vous pris:

a) des médicaments? Non Oui, lesquels et pourquoi ? _____

b) de l'alcool ? Non Oui, nombre de verres par jour : _____

c) fumé des cigarettes ? Non Oui, nombre par jour : _____

5. À la naissance, le bébé avait comme :

Poids : _____ Taille : _____ Tour de tête : _____ APGAR : _____

6. Il a présenté des problèmes de : jaunisse Rh anomalies chimiques

autres, veuillez préciser :

Histoire médicale

1. L'enfant a-t-il déjà eu des convulsions ou des crises d'épilepsie : Oui Non

2. L'enfant a-t-il déjà perdu connaissance ? Non Oui,

Si oui, à quelle(s) occasion(s) ?

3. L'enfant a-t-il déjà eu un accident ? Non Oui

Si oui, quand cela est-il arrivé et comment?

A-t-il été inconscient (perdu connaissance) ? Non Oui

A-t-il eu des maux de tête ? Non Oui

A-t-il vomi ? Non Oui

4. L'enfant a-t-il déjà subi des opérations ? Non Oui

Si oui, lesquelles ? _____

Quand ? _____

5. L'enfant a-t-il eu d'autres maladies graves ? Non Oui

Si oui, précisez : _____

6. Y a-t-il un autre membre de la famille qui souffre ou a souffert de (cochez) :

Si oui, indiquez la relation de parenté avec l'enfant (à côté)

Convulsions - épilepsie _____

Histoire de maux de tête/migraines _____

Mal des transports _____

Problèmes affectifs, maladie mentale _____

Troubles du spectre de l'autisme _____

Déficiência intellectuelle _____

Difficultés à l'école _____

Maladies du système nerveux _____

Autres conditions des membres de la famille?

7. L'enfant a-t-il déjà consulté en neurologie ? Non Oui

Si oui, pour quelle(s) raison(s) ? _____

8. L'enfant a-t-il des problèmes de vision ? Non Oui, lesquels : _____

9. L'enfant a-t-il des problèmes auditifs ? Non Oui, lesquels : _____

10. L'enfant a-t-il eu plusieurs infections aux oreilles ? Non Oui

Fréquence: _____

Quand ? _____

A-t-il eu des tubes ? _____

A-t-il pris des antibiotiques de façon répétée ? _____

11. Votre enfant présente-t-il des troubles du sommeil ? Non Oui

agitation dort profondément parle pendant son sommeil peur du noir mouille son lit
 se souvient de ses rêves (beaux et mauvais) fait des cauchemars terreurs nocturnes
 ronfle cesse de respirer.

Veillez décrire : _____

Dort-il seul ? Non Oui

Lui arrive-t-il de dormir avec vous ? Non Oui

À quelle fréquence et pour quelle(s) raison(s) ?

12. En général, la semaine il se couche à _____ et se lève à _____

En fin de semaine, il se couche à _____ et se lève à _____

13. Combien de temps prend-il pour s'endormir en moyenne ?

14. Le matin, au lever, est-il en forme ? Oui Non

S'endort-il facilement en auto ? Oui Non

15. Veuillez faire la liste des médicaments que prend votre enfant actuellement :

Histoire du développement

1. Les premiers mois à la maison, suivant la naissance, ont-ils été difficiles ? Oui Non

2. Comparativement à d'autres enfants, a-t-il présenté des retards de langage :

Expression: Oui Non

Compréhension: Oui Non

3. À quel âge a-t-il dit ses premiers mots ? _____ ses premières phrases

4. Comparativement à d'autres enfants, a-t-il présenté des difficultés dans les :

habiletés motrices globales (marcher, sauter, faire de la bicyclette...) Oui Non

habiletés motrices fines (boutonner, lacer, dessiner, découper...) Oui Non

habiletés préscolaires (nommer les couleurs, jours de la semaine, saisons...) Oui Non

À quel âge a-t-il marché ? _____

À quel âge a-t-il montre une préférence pour une ou l'autre main ? _____

Quelle main préfère-t-il ? _____

5. À quelle âge votre enfant a-t-il commencé à ramper/rouler sur lui-même? _____

6. Quelqu'un dans la famille est-il gaucher ou ambidextre (les deux mains) ? _____

Si oui, qui: _____

7. Comparativement à d'autres enfants, a-t-il présenté des difficultés à :

Rester assis pour écouter la télévision ou une histoire ? Oui Non

Jouer et socialiser avec les autres enfants ? Oui Non

8. À quel âge a-t-il complété l'entraînement à la propreté le jour _____

la nuit _____

Lui arrive-t-il encore de « s'échapper » ? Oui Non

9. À quelle âge votre enfant a-t-il commencé à ramper? _____

10. A-t-il présenté des difficultés alimentaires ? Oui Non

11. A-t-il eu des difficultés de séparation lors de départs ? Oui Non

12. L'enfant préfère-t-il jouer avec des enfants plus jeunes, plus vieux, ou du même âge que lui ?

13. L'enfant a-t-il l'occasion de jouer avec des enfants de son âge ? Oui Non

Nombres d'heures/semaine : _____

Histoire sociale

1. L'enfant s'entend-il bien avec tous les membres de la famille ? Décrivez :

2. L'enfant s'entend-il bien avec les enfants de son âge ? Décrivez :

3. Avez-vous noté des changements de personnalité qui vous inquiètent ? Si oui, décrivez :

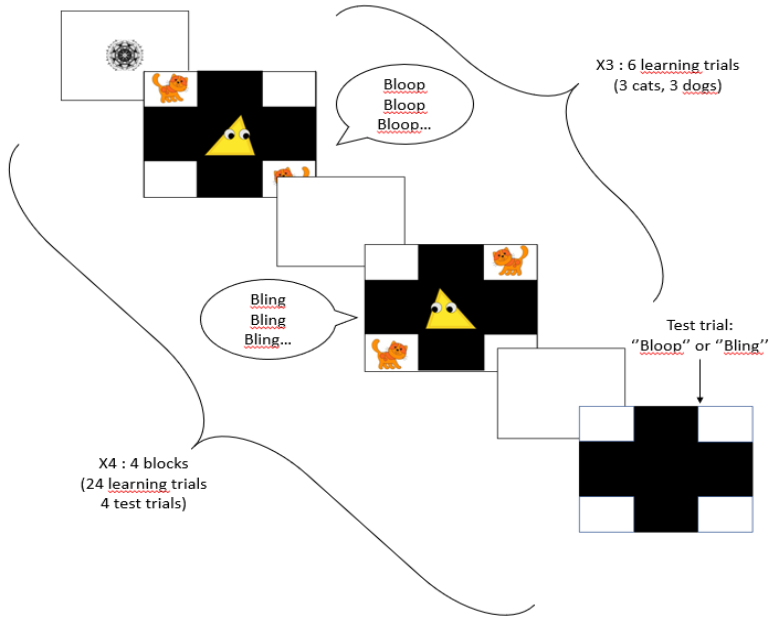
Autres informations que vous jugez pertinentes.

Nous vous remercions d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire.

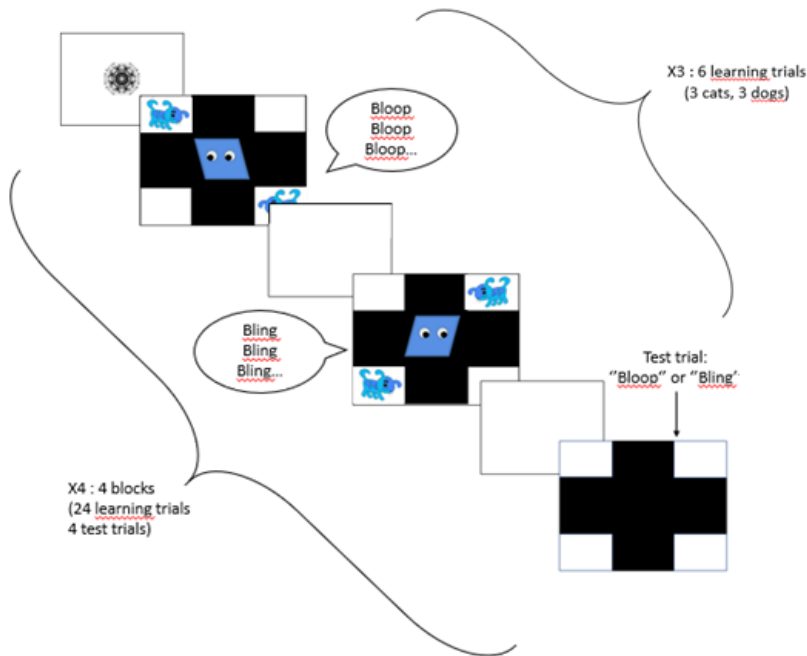
Appendice B – Devis expérimental initial de la tâche d'apprentissage en contexte social

Ci-dessous se trouve le devis initial de la tâche d'apprentissage en contexte social. Quatre conditions devaient être présentées aux enfants : une condition prosociale, antisociale, sociale et non-sociale. La condition sociale et non-sociale suivaient la procédure initiale de Wu et Kirkham (2010). Nous n'avons pas poursuivi avec ces deux dernières conditions étant donné que le protocole complet était trop long pour les nourrissons (1h45), tel que constaté lors d'un essai pilote.

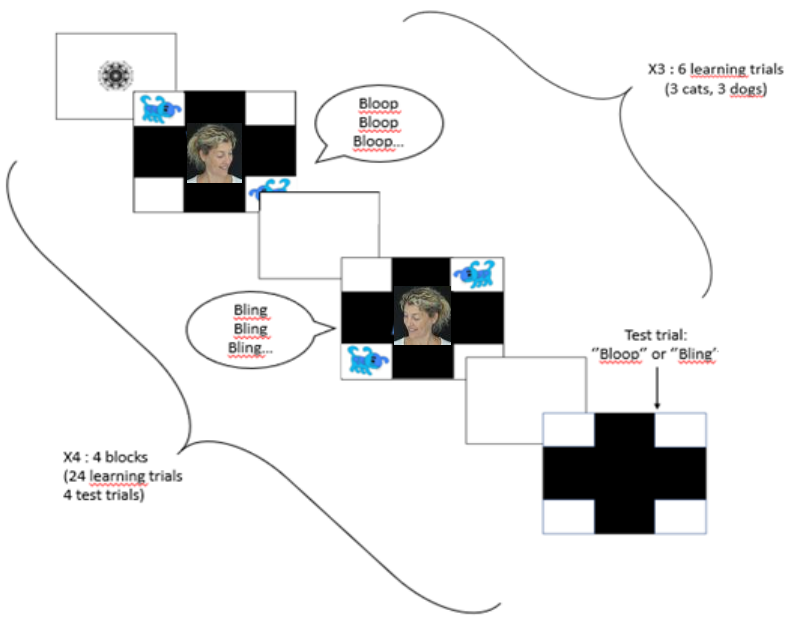
A) Condition prosociale



B) Condition antisociale



C) Condition sociale



D) Condition non-sociale

