



HAL
open science

Le paradigme de “ l’enfant mentor d’un robot ignorant et naïf ” comme révélateur de compétences cognitives et sociales précoces chez le jeune enfant

Jean Baratgin, Frank Jamet

► To cite this version:

Jean Baratgin, Frank Jamet. Le paradigme de “ l’enfant mentor d’un robot ignorant et naïf ” comme révélateur de compétences cognitives et sociales précoces chez le jeune enfant. WACAI 2021, Workshop Affect, Compagnon artificiel interaction, Collège de l’Association Française d’Intelligence Artificielle (AFIA), Oct 2021, Ile d’Oléron, France. hal-04108594

HAL Id: hal-04108594

<https://hal.science/hal-04108594v1>

Submitted on 27 May 2023

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

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

Le paradigme de « l'enfant mentor d'un robot ignorant et naïf » comme révélateur de compétences cognitives et sociales précoces chez le jeune enfant

Jean Baratgin*

CHArt RNSR 200515259U, Université Paris 8
Saint-Denis, France
& P-A-R-I-S Association
Paris, France
jean.baratgin@univ-paris8.fr

Frank Jamet

CHArt RNSR 200515259U
& CY Cergy-Paris Université
Cergy-Pontoise, France
& P-A-R-I-S Association
Paris, France
frank.jamet@cyu.fr

Résumé

Les piètres performances des enfants observées dans des tâches emblématiques en psychologie du développement, en psychologie cognitive ou sociale sont analysées du point de vue de la pragmatique conversationnelle née des interactions expérimentateur adulte/enfant. Une question posée par un expérimentateur, adulte, a un enfant peut apparaître comme ambiguë. Cette question ambiguë pour l'enfant peut recevoir différentes interprétations basées sur une recherche de pertinence. En effet, en fonction de leur âge, les enfants attribuent différentes intentions à l'interrogateur. Ces intentions attribuées s'inscrivent dans les limites de leur propre connaissance métacognitive. Le paradigme de « l'enfant mentor d'un robot ignorant » est proposé. Il permet de désambiguïser les attributions prêter à l'expérimentateur. Pour cela, (1) l'expérimentateur adulte est remplacé par un robot iconique (le robot NAO) présenté comme « ignorant », « naïf » et « lent » mais qui désire apprendre et (2) l'enfant est placé dans le rôle d'un « mentor » (du sachant). Plusieurs résultats récents montrent l'intérêt de ce nouveau paradigme pour la psychologie. Les performances des enfants sont beaucoup plus précoces que celles indiquées dans la littérature lors de l'interaction classique entre un expérimentateur et un enfant.

CCS Concepts: • Applied computing → Psychology; • Social and professional topics → Children; • Human-centered computing → Empirical studies in HCI.

Keywords: Enfant-robot interaction, Pragmatisme, Psychologie Cognitive, Paradigme de l'Enfant-Mentor

1 Introduction

L'objectif de cet article est de proposer un nouveau paradigme expérimental pour l'étude du développement cognitif et social du jeune enfant. Il est basée sur une interaction enfant-robot (IER) à la place de l'interaction classique où un expérimentateur (adulte) interagit seul avec un l'enfant

étudié. Le paradigme classique est utilisé avec des tâches emblématiques de la psychologie. Il a été testé notamment sur la notion d'inclusion de classe de Piaget [20] et sur la théorie de l'esprit [4].

Dans ce nouveau paradigme, les statuts sociaux des deux protagonistes de l'interaction sont renversés. L'enfant n'est plus explicitement étudié mais il endosse le rôle d'un Mentor, d'un Maître qui enseigne des matières à un élève ignorant, lent et naïf. Cet élève se présente sous la forme d'un robot iconique : le robot NAO. Nous allons montrer comment ce nouveau paradigme permet d'étudier les compétences de l'enfant sur une question précise dans un cadre contextuel désambiguïsé des facteurs pragmatiques. Ce nouveau cadre méthodologique a un double intérêt pour la psychologie et pour la IER. Tout d'abord, il offre aux psychologues une méthodologie relativement facile à mettre en œuvre pour étudier les grandes catégories noétiques de la pensée chez le jeune enfant (le nombre, l'espace, le temps et la causalité). Cette nouvelle méthodologie s'applique également pour apprécier l'acquisition des concepts clés du développement cognitif et social comme les notions de conservations (liquide, matière, poids et volume) et d'inclusion de classe [38–40] ou encore la compréhension des états mentaux d'autrui sur l'état du monde [48]. Pour les études en IER, ce nouveau paradigme permet d'offrir au très jeune enfant un contexte d'engagement naturel, actif dans la relation d'apprentissage avec un robot.

Après avoir souligné les problèmes de pragmatiques liées au cadre expérimental classique (expérimentateur/enfant) utilisé en psychologie pour comprendre la genèse du développement cognitif ou social des jeunes enfants, nous présenterons comment le nouveau paradigme permet de les réduire par une modification contextuelle du statut des protagonistes de l'interaction. C'est-à-dire une situation où l'enfant est explicitement le mentor d'un élève robot lent et naïf. Nous illustrerons notre propos par deux tâches emblématiques de la littérature, la tâche d'inclusion de classe [39, 40] et la tâche de fausse croyance de premier ordre « Maxi et le chocolat »

*. Corresponding author.

[48]. Ces deux tâches sont d'une très grande importance dans le développement de l'enfant.

Le concept d'inclusion de classe est d'une importance considérable pour la science cognitive. L'esprit humain a la remarquable capacité de traiter simultanément un ensemble et un de ses sous-ensembles, c'est-à-dire de traiter l'extension d'un sous-ensemble tout en reconnaissant en même temps que ses éléments appartiennent à un ensemble englobant. Dans le paradigme piagétien, l'expérimentateur présente à un enfant un bouquet ou montre une image avec un ensemble de fleurs comprenant deux sous-ensembles de cinq marguerites et deux tulipes. Lorsque l'expérimentateur demande aux jeunes enfants : « Y a-t-il plus de marguerites ou plus de fleurs ? » (la forme standard de la question d'inclusion de classe), la réponse typique est : « Il y a plus de marguerites ». Le psychologue conclura que ces enfants n'ont pas encore acquis le concept d'inclusion de classe. En moyenne, nous observons une majorité de réponses correctes seulement à partir de huit et neuf ans chez les écoliers du monde occidental [pour une revue récente voir 42]. La question explicite dans les tâches de fausses croyances (TFC) [48], dans laquelle l'enfant doit exprimer la fausse croyance d'un personnage sur l'état du monde, est la tâche communément acceptée pour étudier la théorie de l'esprit (TdE).

La compréhension des fausses croyances chez autrui est d'une importance considérable pour le développement social des enfants. Il est nécessaire de saisir que l'autre dispose d'états mentaux, de représentations subjectives conditionnées par des connaissances et des expériences spécifiques. Ainsi, il faut comprendre que les croyances peuvent être différentes d'une personne à l'autre. Pour tester la compréhension des fausses croyances, l'expérimentateur raconte, à l'enfant qui participe à l'expérience, une histoire de déplacement d'objets à l'aide de trois vignettes. Avant de sortir pour jouer, l'enfant, appelé Maxi, dépose son chocolat dans le placard vert. Alors qu'il est dehors, sa mère prend le chocolat et le met dans le placard bleu. Maxi revient ensuite chercher son chocolat. La tâche de l'enfant est de prédire quel placard Maxi ouvrira pour prendre son chocolat. L'expérimentateur pose la question test suivante (question TdE) : « Où Maxi va-t-il chercher le chocolat ? ». Les résultats de nombreuses études menées auprès d'enfants « normo typiques », issus de différentes cultures, indiquent que la majorité des enfants de 4 ans répond à la question TdE : « Dans le placard bleu » (placard où se trouve réellement le chocolat). Il faut attendre l'âge de 5 ans pour voir les enfants répondre correctement : « Maxi va regarder dans le placard vert » [pour une revue récente voir 4].

Enfin, nous concluons sur les questions ouvertes que pose ce nouveau paradigme afin de l'améliorer et de le généraliser aux tout-petits.

2 Le paradigme classique de la psychologie du développement

Les expériences en psychologie sur le développement cognitif ou social de l'enfant sont généralement conduites sur la base de quatre invariants : 1) l'enfant fait face à un *dispositif physique* qui permet d'introduire une situation problème (par exemple un bouquet de fleurs pour l'inclusion de classe ou une série de vignettes décrivant l'histoire de Maxi pour la théorie de l'esprit ; 2) l'examineur (adulte) engage une conversation plus ou moins longue avec l'enfant sur le sujet de l'expérience pour recueillir le fruit de sa pensée. Nous sommes dans une *interaction conversationnelle* entre un adulte et un enfant. L'intérêt d'utiliser le cadre d'une conversation est qu'elle permet d'une part, d'engager facilement l'enfant dans la tâche et d'autre part, de recueillir une expression plus naturelle, plus spontanée [15] de l'expression de l'enfant sur le domaine étudié. Les questions s'inscrivent dans la dynamique de la conversation. Il arrivera que l'expérimentateur soit redondant en posant à plusieurs reprises la même question pour se garantir que l'enfant a bien compris. Par exemple pour l'inclusion de classe, l'expérimentateur demandera : « Qu'est-ce que c'est ? ». En fonction de la réponse de l'enfant : « C'est des fleurs » ; « C'est un bouquet », il poursuivra la discussion en l'interrogeant sur le nom des fleurs : « Tu connais ces fleurs-là ? », « Elles s'appellent comment ? », « Montre-moi les ... », « Montre les ... », Pour la fausse croyance, l'expérimentateur vérifie que l'enfant a bien compris où est le chocolat au début de l'histoire et que Maxi n'est pas présent lorsque sa maman déplace le chocolat ; 3) L'expérimentateur pose ensuite la question cible à l'enfant. Ce qui lui permettra de savoir si le concept est acquis ou pas. L'enfant peut répondre par une action (il pointe quelque chose) ou oralement. 4) Dans la grande majorité de ces études, l'expérience se déroule dans une école, dans une salle mise à disposition des expérimentateurs. Ainsi la tâche ressemble pour l'enfant à un contexte d'enseignement, à une *interaction scolaire*. Pour l'enfant il n'y a pas de différence entre répondre à son enseignant ou répondre à l'expérimentateur. Ce dernier point est très important car il définit pour l'enfant le contexte de la tâche et le rôle attribué à chacun des deux protagonistes (l'expérimentateur et à lui-même).

3 Le contexte de la classe

Le contexte « scolaire » n'est pas neutre. Il porte en lui le contrat didactique [9]. Ce contrat s'élabore entre l'enseignant et les élèves, dans une classe. Le couple enseignant - élève a des attentes réciproques sur ce que signifie : « Qu'est-ce apprendre ? » ; « Qu'est-ce être élève ? » ; « Qu'est-ce être un enseignant ? » ... Ces attentes sont explicites comme implicites. Le contrat didactique se met en place très vite et très tôt. Deux mois après son entrée à l'école maternelle, l'enfant dispose d'une idée suffisante pour réaliser ce que l'enseignant attend de lui, lorsqu'il est confronté à une tâche.

Par exemple, après avoir lu une histoire, expliquer une notion, l'enseignant vérifie que les élèves ont bien compris. Il pose des questions simples et directes liées à ce qui vient d'être enseigné. Ces questions sont très rarement ambiguës. L'attente de l'enseignant vis-à-vis de l'élève est très claire : « Montre-moi que tu as bien compris l'histoire ». L'enfant cherchera à répondre le plus pertinemment possible. L'idée que tous les élèves doivent progresser dans tous les domaines d'apprentissage est une idée plus implicite. Les élèves doivent donc chercher continuellement à montrer ce qu'ils savent. La compréhension du contrat didactique est un gage de la bonne adaptation et de la réussite scolaire. Tout l'art de l'élève, et cela est particulièrement vrai chez le « bon élève », sera d'une part, d'identifier la demande implicite de l'enseignant et d'autre part, de faire en sorte de la combler. Plus l'analyse du « non-dits » de l'enseignant sera fine, plus l'élève satisfera l'enseignant. C'est au travers du décodage des attentes de son enseignant, des attentes de l'école, des attentes institutionnelles que l'enfant va acquérir le statut d'élève, puis de collégien, puis de lycéen et d'étudiant.

Lorsqu'une expérience se déroule dans une structure scolaire, le contrat didactique fera partie intégrante du cadre expérimental. L'enfant cherchera à comprendre l'implicite dans les propos de l'expérimentateur comme il le fait avec son enseignant en classe. L'expérimentateur sera présenté aux élèves comme un autre « enseignant ». Lorsque l'enfant quittera sa salle de classe pour se rendre dans la salle d'expérimentation, l'enseignant l'encouragera par ses recommandations : « Travail bien ». À son retour, l'enfant réintègrera le groupe classe par des remarques du type « Tu as bien travaillé avec [prénom de l'expérimentateur] ? ». Question à laquelle l'expérimentateur répondra : « Ah oui, très bien ». Cette validation constituera le sésame pour reprendre le travail en classe. Le « Travail bien » est à la fois le mot magique qui marque la sortie de la classe pour participer à l'expérimentation mais également celui qui validera son retour en classe.

4 Réduction des problèmes de pragmatique par la modification contextuelle du statut des protagonistes de l'interaction

Une des critiques majeures du paradigme classique réside dans l'interaction spécifique induit entre l'enfant et l'expérimentateur. De nombreux chercheurs ont critiqué cette méthodologie [voir par exemple : 1, 8, 14, 17, 18, 28, 36, 42, 43, 47]. Ces études ont souligné l'erreur de ne pas analyser ce paradigme comme une situation d'engagement de communication entre deux interlocuteurs physiquement présents¹. Notamment l'interprétation de la question cible, posée par

l'expérimentateur. L'interprétation de l'enfant peut être différente de celle attendue par l'expérimentateur et ce, pour des raisons pragmatiques. C'est à Sperber et Wilson [45] que l'on doit l'idée que chaque fois qu'il a communication, elle est de nature pragmatique. Le communicant dans son acte (verbal ou gestuel) de parole produit une intention implicite, cachée que l'auditoire cherchera immédiatement à saisir. Toute la dynamique de la communication repose sur cette capacité à chercher l'implicite.

Les situations expérimentales n'échappent donc pas à cette dynamique. Une personne participant à une expérience produira immédiatement des implications qui répondront à ce qu'elle pense être l'intention implicite de l'expérimentateur. Nombreuses sont les études qui illustrent ce mécanisme [Voir par exemple : 2, 3, 6, 7]. La signification de la question n'est généralement pas évidente pour l'enfant. L'enfant est conscient que la question qui lui est posée est une « question d'ordre supérieure » [41], c'est-à-dire qu'elle n'implique pas que l'expérimentateur ne sache pas comment trouver la réponse, mais qu'elle est plutôt une question d'ordre général afin de le tester son savoir. La réponse doit satisfaire à l'attente de pertinence que l'enfant attribue à l'expérimentateur [45]. L'interprétation de l'enfant sur l'attente de l'expérimentateur se fondera d'une part, sur ce qui est le plus simple, sur ce qui a le moindre coût cognitif et d'autre part, sur ce qui est le plus pertinent de son point de vue [44]. Cette capacité à chercher l'intention implicite de l'interlocuteur se manifeste très tôt dans le développement [4]. Le développement des compétences pragmatiques ne peut pas se réduire au seul accroissement du lexique. C'est par l'exposition massive aux conversations entre personnes de statuts différents que l'enfant développe ses compétences pragmatiques. Les conversations seront dans un premier temps intra-familiales puis extra-familiales avec la nourrice, le personnel de la crèche puis à l'école. À l'école, l'enfant interagira non seulement avec son enseignant mais aussi avec les autres enseignants de l'école, les différents intervenants. L'enfant devra intégrer les différents statuts, les différentes attentes de ces personnes. À chaque fois il devra mobiliser ses capacités dans l'identification des implicites de communication dans les différentes situations en fonction de ces personnes.

Dès l'entrée à l'école maternelle, les enfants sont en mesure d'apprécier la différence de connaissance des personnes [22]. Les enfants comprennent très tôt, l'intention éducative qui se passe dans l'interaction expérimentateur participant. Tout comme son enseignant, l'expérimentateur est vu comme un sachant. Il dispose d'un savoir encyclopédique. Il est détenteur d'une position d'autorité. Il a un statut supérieur à celui de l'enfant. Durant les expériences, le participant (l'enfant) est dans la position d'un élève.

L'attribution des attentes de l'expérimentateur par l'enfant dépend de sa représentation de la tâche et de ses expériences similaires antérieures qui sont le souvent d'ordre éducatives. Confronté à la question cible, l'enfant utilise

1. Cette critique est également vraie dans les tâches expérimentales menées sur des adultes.

la procédure d'interprétation la plus simple qui consiste à déduire du stimulus communicatif l'intention la plus pertinente par rapport à son propre point de vue. Cependant, ce qui est pertinent pour l'enfant peut être différent de ce que l'expérimentateur a réellement l'intention de communiquer. L'expérimentateur attend une réponse pour voir si l'enfant connaît la notion étudiée. Or si pour l'enfant la notion est déjà parfaitement acquise, il peut interpréter la question comme un test sur des connaissances générales différentes car il lui semble impossible qu'un adulte « sachant » puisse attendre de lui une telle réponse « évidente » et donc que la réponse attendue est autre. Ainsi pour l'inclusion de tâche, l'enfant interprétera la question : « Y a-t-il plus de marguerites ou plus de fleurs » comme une attente de la part de l'expérimentateur de savoir si il sait compter. C'est pourquoi il répondra : « Il y plus de marguerites que de fleurs », désignant ainsi la sous classe de fleurs la plus importante [42] et dans la tâche de fausse croyance qu'il a bien compris ou se trouve à la fin de l'histoire le chocolat [4].

5 Le paradigme de l'enfant mentor d'un robot ignorant

Dans le paradigme classique deux protagonistes sont en cause : l'expérimentateur et l'enfant. Cette interaction se fonde sur : 1) la base d'une relation déséquilibrée dans le rapport au savoir. L'expérimentateur adulte est un sachant, voir un omniscient qui interroge, qui converse avec un enfant disposant de moins de connaissance ; 2) des attentes implicites différentes des deux protagonistes. Celles de l'expérimentateur consistent à faire émerger les connaissances - les croyances de l'enfant et ensuite de s'assurer qu'il les a bien comprises, d'où la redondance des questions. Durant toute la conversation, l'enfant cherchera à montrer qu'il a bien compris ce que demande l'expérimentateur en lui montrant ce qu'il sait comme il le fait en classe ; 3) une dynamique qui naît de l'expérimentateur charge à l'enfant de la suivre.

Afin de limiter les possibles implicatures pragmatiques de son énoncé, la personne ignorante est représentée par un robot iconique (NAO) dont le jeune enfant n'a aucune expérience antérieure d'interactions². Le robot utilisé dans notre paradigme est le robot NAO. NAO mesure 58 centimètres de hauteur (21 in). Sa tête, ses bras, ses doigts, son tronc ses cuisses, ses jambes et ses pieds sont mobiles. Il peut saisir mais aussi pointer des objets avec ses trois doigts qui permettent d'indiquer des directions ou de prendre des objets. Il est équipé de caméra et de micro et peut être facilement téléopéré comme commander de manière totalement autonome. Sa taille n'est pas trop imposante pour un enfant de 3 ans.

2. Nous avons étudié auparavant ce dernier point chez l'adulte en montrant que le statut social neutre d'un robot permettait de limiter les implicatures pragmatiques comme celles de politesse [32-35].

Le paradigme de l'enfant mentor d'un robot naïf et ignorant repose sur deux caractéristiques communes avec l'ancien et trois nouveautés.

5.1 Les caractéristiques communes

Les deux caractéristiques communes à l'ancien cadre expérimental et le paradigme de l'enfant mentor d'un robot ignorant sont d'une part, l'interaction entre deux protagonistes : un enfant et un robot et d'autre part, le déséquilibre dans le rapport au savoir. Dans le nouveau paradigme, on confère à l'enfant le statut de mentor. L'origine du mentorat se retrouve dans la mythologie grecque et plus particulièrement dans l'odyssée d'Homère. Ulysse, avant de partir pour la guerre, confie l'éducation de son fils Télémaque à son ami le plus fidèle : Mentor. Durant toute la campagne militaire, Mentor ne se contentera pas d'instruire Télémaque, mais lui fera partager son expérience et sa sagesse. En fait, il le conduira dans un processus d'émancipation. En andragogie, on définit le mentorat comme : impliquant généralement une relation privilégiée entre deux personnes : un expert, le mentor et un novice, le mentoré [11]. La relation de mentorat se caractérise par sa dimension relationnelle mais aussi par un processus de construction de l'identité professionnelle. Le mentor soutient le mentoré dans une relation de coopération avec comme objectif le développement du potentiel personnel et professionnel [26].

La seconde caractéristique commune se fonde sur un déséquilibre du rapport au savoir. La différence majeure est que c'est l'enfant qui endosse le statut de sachant, face à un robot ignorant et naïf.

5.2 Les nouveautés

Les nouveautés sont de trois ordres : 1) Le statut de chacun des protagonistes de l'interaction est explicitement indiqué : NAO le robot est ignorant et naïf et l'enfant est son mentor 2) la nature de la relation d'apprentissage fera l'objet d'une contractualisation 3) La situation d'interaction avec un robot neutralise la dimension pragmatique du langage.

NAO se présente comme un robot ignorant, naïf, un peu bête. Pour rendre crédible cet état, NAO déclare d'une part, son ignorance à moult reprises et d'autre part, le montre fréquemment à l'enfant. Lors de sa présentation NAO dira :

- « Je ne sais rien », « Je ne sais pas grand-chose ».

Pour la tâche d'inclusion, il dira par exemple :

- « Je ne sais pas s'il y a plus de marguerites ou s'il y en a plus de roses dans le bouquet »

et pour la tâche de la fausse croyance :

- « Je ne sais pas où est le chocolat », ...

Aux affirmations de son état d'ignorance, NAO produira, à plusieurs reprises, des inférences incorrectes, des pointages du doigt erronés. Après avoir affirmé qu'il a compris, telle ou telle notion sa désignation montrera qu'il n'en est rien.

Ses réponses incorrectes comme ses affirmations de son incompréhension donneront du crédit à son statut d'ignorant. Lorsque NAO dit :

- « Ah!, j'ai compris maintenant, ce que sont des marguerites »

alors qu'il désigne avec son doigt une tulipe. Par ce geste, NAO donne, valide aux yeux de l'enfant qu'il est bien ignorant. Cette capacité à distinguer un sachant d'un ignorant est présente très tôt dans le développement, dès l'âge de 3 ans [19, 37]. L'enfant, très tôt, différencie une personne intelligente d'une qui ne l'est pas [25], une compétente d'une qui ne l'est pas [23, 24].

Le statut de sachant, de mentor est conféré à l'enfant de deux manières : d'une part, par l'adulte accompagnateur et d'autre part, par le robot lui-même. L'accompagnateur cherche l'enfant dans la classe. Durant le parcours entre sa classe et le lieu d'expérimentation, l'objectif de l'accompagnateur est de préparer l'enfant à faire face à un robot ignorant appelé NAO. L'accompagnateur précise qu'il devra lui apprendre plein de choses. L'accompagnateur fournit plusieurs exemples pris dans l'environnement immédiat de l'enfant et lui demande ce que c'est. Une fois la réponse donnée, l'accompagnateur indique à l'enfant que NAO, lui ne saurait pas répondre. Comme NAO ne sait rien, il est aussi possible qu'il se trompe. Il devra alors le corriger, lui ré-expliciter. NAO pourra aussi lui poser des questions étonnantes, surprenantes, là encore, c'est normal, NAO est ignorant, il ne sait rien.

Une fois dans la salle d'expérimentation, l'enfant découvre NAO assis sur une table. L'accompagnateur invite l'enfant à prendre place, puis il quitte la salle. L'enfant reste seul avec le robot. Après que le robot se soit présenté et avoir échangé quelques informations d'usage :

- « Bonjour [prénom de l'enfant] je m'appelle NAO. Tu as quel âge ? »

Réponse de l'enfant.

NAO :

- « Ah!, tu as [réponse 1 correcte ou réponse 2 erronée] ».

Si c'est la réponse 2, l'enfant corrige NAO.

NAO :

- « D'accord!, j'ai compris maintenant tu as [âge réel de l'enfant] ».

NAO :

- « Tu es un garçon ou une fille ? »

Réponse de l'enfant.

NAO :

- « Ah!, tu es [réponse 1 correcte ou réponse 2 erronée] ».

Si c'est la réponse 2, l'enfant corrige NAO.

NAO :

- « D'accord, j'ai compris, tu es [sexe de l'enfant] ».

NAO :

- « Tu es dans quelle Classe ? »

Réponse de l'enfant. Si sa réponse précise le niveau : petite section, moyenne section, grande section.

NAO :

-« La classe de Mme [nom de l'enseignante], c'est la classe des [section correcte ou section erronée] ».

NAO :

- « Tu es en [section correcte ou section erronée] ».

Si c'est la réponse 2, l'enfant corrige NAO.

NAO :

- « D'accord!, j'ai compris maintenant, tu es en [section correcte] ».

Il faut veiller à ce que NAO ne se trompe pas systématiquement. En effet, lorsque les erreurs sont trop nombreuses, les enfants jusqu'à l'âge de 5-6 ans, montrent une tolérance très limitée. Ils peuvent alors changer de ton et faire comprendre à NAO qu'il doit rapidement comprendre!!!. NAO place d'emblée l'enfant dans la posture d'un sachant.

- « Toi, tu sais plein de choses ».

Dans le dialogue, NAO interrogera l'enfant sur l'étendue de son savoir :

-« [Prénom de l'enfant] sais-tu compter ? »

NAO :

- « Moi c'hai pas ».

- « [Prénom de l'enfant] sais-tu dessiner ? »

NAO : « Moi c'hai pas ».

Ces questions auront pour effet de renforcer le statut de sachant chez l'enfant.

Pour conserver la dynamique de la conversation avec l'enfant nous avons utilisé la technique du magicien d'OZ. En effet, une des difficultés majeures de l'entretien clinique avec le très jeune enfant, surtout chez les moins de 3 ans, est qu'il pilote en fait l'interaction. La conversation est ainsi difficilement prévisible. Ce n'est qu'après une solide expérience de l'entretien clinique et critique [15] que l'on pourra envisager un grand nombre de réponses possibles de la part de l'enfant et encore. Ces réponses probables seront disponibles dans les boîtes de dialogue du logiciel chorégraphe et activées autant que de besoins.

La nature de la relation d'apprentissage est l'objet d'une contractualisation explicite. Cette contractualisation portera d'une part, sur le rôle de mentor et d'autre part, sur une demande d'aide. NAO pose la question à l'enfant s'il veut bien être son professeur, son maître. NAO attendra la réponse explicite de l'enfant. NAO : « Tu sais, j'n sais pas grand chose, j'ai besoin que tu m'aides » [demande explicite de collaboration]. La tâche de l'enfant consiste alors à prendre le rôle de l'enseignant sous tous ses aspects. Il répondra aux questions de NAO, validera ou infirmera ses propositions, le corrigera s'il se trompe. En fait, il réalise tous les actes prototypiques d'un enseignant. Dans certain protocole, l'enfant haussera le ton à l'endroit de NAO et lui demandera avec conviction de faire un effort pour comprendre. Le rôle de l'enseignant est bien connu de l'enfant. L'enfant est scolarisé. Il a intégré implicitement le contrat didactique qui opère dans la classe. De plus, dans les jeux de faire semblant, l'enfant montre qu'il connaît le rôle de la maîtresse. La tâche

de chacun des protagonistes de l'interaction étant explicitement formulée, l'enfant jouera encore mieux son rôle [21]. L'efficacité pédagogique de l'approche qui consiste à confier le rôle d'enseignant à l'élève n'est plus à démontrer [31]. Il existe une vaste littérature montrant que placer l'enfant dans la position de l'enseignant est extrêmement efficace, et ce, dès le plus jeune âge [4, 16, 20].

L'engagement de l'enfant dans l'interaction résulte de la demande d'aide explicite de NAO pour bien comprendre l'activité proposée. Cette demande stimule, active le biais de coopération [10, 46]. La propension spontanée des enfants à être utile, à coopérer s'applique également au robot humanoïde en difficulté [29, 30, 49]. De plus, elle permet à l'enfant de bien répondre à la demande de son partenaire, le robot. Sa tâche consiste à être un enseignant. Le principal intérêt du recours à une interaction enfant robot est qu'elle réduit la dimension pragmatique du langage permettant ainsi de mieux identifier les compétences précoces de l'enfant. De plus, dans le cadre de notre paradigme, nous laissons seul, l'enfant avec le robot NAO. En effet, la présence d'un adulte dans la salle d'expérimentation pourrait laisser supposer à l'enfant que le dialogue singulier entre lui et le robot NAO est en fait un dialogue pluriel entre NAO, l'enfant et l'adulte accompagnateur. L'adulte accompagnateur restant là afin de s'assurer que l'enfant apprend bien. La présence d'adulte pourrait conduire l'enfant à produire des inférences pragmatiques.

6 Conclusion

Le nouveau paradigme de l'enfant mentor d'un robot ignorant et naïf offre un cadre expérimental particulièrement bien adapté aux très jeunes enfants [5]. Par le renversement de statut du sachant, par le dialogue singulier entre l'enfant mentor et le robot ignorant il permet de révéler des compétences cognitives plus précoces et ce, pour un grand nombre de domaines. Ainsi, nous avons testé ce nouveau paradigme avec succès dans la tâche d'inclusion de classe et avons montré que dès l'âge de 5-6 ans, les enfants possédaient cette notion. [20, 33]. De même avec ce nouveau cadre expérimental, nous avons montré que des enfants de 3-4 ans pouvaient répondre correctement dans la tâche de fausse croyance [4].

Ce nouveau paradigme ouvre ainsi de nouvelles perspectives de recherche tant en psychologie, qu'en linguistique qu'en IER. Si ce travail s'est particulièrement intéressé aux jeunes enfants, ce paradigme peut aussi s'appliquer auprès d'adultes mais aussi avec des personnes âgées. Ces études apportent également deux nouveaux éléments importants sur l'interaction enfant-robot. Elles semblent confirmer que les enfants d'âge préscolaire attribuent des croyances au robot [12, 13, 27] et que l'enfant se comporte comme un mentor, avec la motivation d'aider un robot à comprendre une histoire même si les interactions physiques sont assez limitées [29, 30]. Cependant notre paradigme n'a pas été concluant

chez des enfants de moins de 3 ans qui n'ont pas accepté de rester « seuls » avec NAO. Il est possible que le choix d'un robot humanoïde puisse troubler les jeunes enfants.

Références

- [1] Maria Bagassi, Nicoletta Salerni, Valeria Castoldi, Valentina Sala, Laura Caravona, Francesco Poli, and Laura Macchi. 2020. Improving Children's Logical and Mathematical Performance via a Pragmatic Approach. *Frontiers in Education* 5 (2020), 54. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00054>
- [2] Jean Baratgin. 2002. Is the human mind definitely not Bayesian? A review of the various arguments. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition* 21 (2002), 653–682.
- [3] Jean Baratgin. 2009. Updating our beliefs about inconsistency: The Monty-Hall case. *Mathematical Social Sciences* 57, 1 (2009), 67–95. <https://doi.org/10.1016/j.mathsocsci.2008.08.006>
- [4] Jean Baratgin, Marion Dubois-Sage, Baptiste Jacquet, Jean-Louis Stilenbauer, and Frank Jamet. 2020. Pragmatics in the False-Belief Task: Let the Robot Ask the Question! *Frontiers in Psychology* 11 (2020), 3234. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.593807>
- [5] Jean Baratgin, Baptiste Jacquet, Marion Dubois-Sage, and Frank Jamet. 2021. "Mentor-Child and Naive-Pupil-Robot" paradigm to study children's cognitive and social development. In *Workshop: Interdisciplinary Research Methods for Child-Robot Relationship Formation, HRI-2021* (Virtual).
- [6] Jean Baratgin and Ira A Noveck. 2000. Not only base rates are neglected in the engineer-lawyer problem: an investigation of reasoners' underutilization of complementarity. *Memory & cognition* 28, 1 (2000), 79–91. <https://doi.org/10.3758/BF03211578>
- [7] Jean Baratgin and Guy Politzer. 2006. Is the mind Bayesian? The case for agnosticism. *Mind & Society* 5, 1 (2006), 1–38. <https://doi.org/10.1007/s11299-006-0007-1>
- [8] Martin D. S. Braine and Betty L. Shanks. 1965. The development of conservation of size. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 4, 3 (1965), 227–242. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(65\)80025-1](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(65)80025-1)
- [9] Guy Brousseau. 1988. Le contrat didactique: le milieu. *Recherche en didactique des mathématiques* 9, 3 (1988), 309–336.
- [10] David Buttelmann, Harriet Over, Malinda Carpenter, and Michael Tomasello. 2014. Eighteen-month-olds understand false beliefs in an unexpected-contents task. *Journal of Experimental Child Psychology* 119 (2014), 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.10.002>
- [11] Amaury Daele and Sylvestre Emmanuel. 2016. *Comment développer le conseil pédagogique dans l'enseignement supérieur?* De Boeck Supérieur, Paris.
- [12] Cinzia Di Dio, Sara Isernia, Chiara Ceolaro, Antonella Marchetti, and Davide Massaro. 2018. Growing Up Thinking of God's Beliefs: Theory of Mind and Ontological Knowledge. *SAGE Open* 8, 4 (2018). <https://doi.org/10.1177/2158244018809874>
- [13] Cinzia Di Dio, Federico Manzi, Giulia Peretti, Angelo Cangelosi, Paul L. Harris, Davide Massaro, and Antonella Marchetti. 2020. Come i bambini pensano alla mente del robot. Il ruolo dell'attaccamento e della Teoria della Mente nell'attribuzione di stati mentali ad un agente robotico. *Sistemi Intelligenti* 1 (2020), 41–46. <https://doi.org/10.1422/96279>
- [14] Gil Diesendruck and Lori Markson. 2001. Children's avoidance of lexical overlap: A pragmatic account. *Developmental Psychology* 37, 5 (2001), 630–641. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.630>
- [15] Jean-Jacques Ducret. 2016. Jean Piaget et la méthode "clinico critique". *Journal français de psychiatrie* 44, 2 (2016), 79–84. <https://doi.org/10.3917/jfp.044.0079>
- [16] Thomas Gargot, Thibault Asselborn, Ingrid Zammouri, Julie Brunelle, Wafa Johal, Pierre Dillenbourg, Dominique Archambault, Mohamed Chetouani, David Cohen, and Salvatore M. Anzalone. 2021. "It Is Not the Robot Who Learns, It Is Me." Treating Severe Dysgraphia

- Using Child-Robot Interaction. *Frontiers in Psychiatry* 12 (2021), 5. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.596055>
- [17] Susan A Gelman and Paul Bloom. 2000. Young children are sensitive to how an object was created when deciding what to name it. *Cognition* 76, 2 (2000), 91–103. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00071-8)
- [18] Katharina A Helming, Brent Strickland, and Pierre Jacob. 2016. Solving the puzzle about early belief-ascription. *Mind & Language* 31, 4 (2016), 438–469. <https://doi.org/10.1111/mila.12114>
- [19] G.-Juergen Hogrefe, Heinz Wimmer, and Josef Perner. 1986. Ignorance versus False Belief : A Developmental Lag in Attribution of Epistemic States. *Child Development* 57, 3 (1986), 567–582. <https://doi.org/10.2307/1130337>
- [20] Frank Jamet, Olivier Masson, Baptiste Jacquet, Jean-Louis Stilgenbauer, and Jean Baratgin. 2018. Learning by Teaching with Humanoid Robot : A New Powerful Experimental Tool to Improve Children’s Learning Ability. *Journal of Robotics* 2018 (2018), 4578762. <https://doi.org/10.1155/2018/4578762>
- [21] Jeein Jeong and Douglas Frye. 2018. Explicit versus implicit understanding of teaching : Does knowing what teaching is help children to learn from it? *Teaching and Teacher Education* 71 (2018), 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.02.002>
- [22] Jeein Jeong and Douglas Frye. 2018. Information about informants’ knowledge states affects children’s predictions of learning and their actual learning. *Cognitive Development* 48 (2018), 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.08.008>
- [23] Melissa A. Koenig, Fabrice Clément, and Paul L. Harris. 2004. Trust in testimony : Children use of true or false statement. *Psychological science* 15, 10 (2004), 694–698. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00742.x>
- [24] Melissa A. Koenig and Paul L. Harris. 2005. Preschoolers mistrust ignorant and inaccurate speakers. *Child Development* 46, 6 (2005), 1261–1277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00849.x>
- [25] Jonathan D. Lane and Gelman Susan A. Wellman Henry M. 2013. Informants’ traits weigh heavily in young children’s trust in testimony and in their epistemic inferences. *Child Development* 84, 4 (2013), 1253–1268. <https://doi.org/10.1111/cdev.12029>
- [26] Guy Lusignan. 2003. Les nouveaux enseignants : un enjeu prioritaire à la commission scolaire des Sommets. *Vie pédagogique* 128 (2003), 45–47.
- [27] Antonella Marchetti, Federico Manzi, Shoji Itakura, and Davide Masaro. 2018. Theory of mind and humanoid robots from a lifespan perspective. 226, 2 (2018), 98–09. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000326>
- [28] Ellen M. Markman and Gwyn F. Wachtel. 1988. Children’s use of mutual exclusivity to constrain the meanings of words. *Cognitive Psychology* 20, 2 (1988), 121–157. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(88\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(88)90017-5)
- [29] Dorothea U. Martin, Madeline I. MacIntyre, Conrad Perry, Georgia Clift, Sonja Pedell, and Jordy Kaufman. 2020. Young Children’s Indiscriminate Helping Behavior Toward a Humanoid Robot. *Frontiers in Psychology* 11 (2020), 239. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00239>
- [30] Dorothea Ulrike Martin, Conrad Perry, Madeline Isabel MacIntyre, Luisa Varcoe, Sonja Pedell, and Jordy Kaufman. 2020. Investigating the nature of children’s altruism using a social humanoid robot. *Computers in Human Behavior* 104 (2020), 106149. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.025>
- [31] Jean-Pol Martin. 2017. Lernen durch Lehren : Konzeptualisierung als Glücksquelle. In *Das Große Handbuch Unterricht & Erziehung in der Schule*, Olaf-Axel Burow and Stefan Bornemann (Eds.). Vol. 5. Carl Link Verlag, 345–360.
- [32] Olivier Masson, Jean Baratgin, and Frank Jamet. 2015. NAO robot and the “endowment effect”. In *2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)*. Lyon, France, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2015.7428203>
- [33] Olivier Masson, Jean Baratgin, and Frank Jamet. 2017. NAO robot as experimenter : Social cues emitter and neutralizer to bring new results in experimental psychology. In *International Conference on Information and Digital Technologies (IDT-2017)*. Zilina, Slovakia, 256–264. <https://doi.org/10.1109/DT.2017.8024306>
- [34] Olivier Masson, Jean Baratgin, and Frank Jamet. 2017. NAO Robot, Transmitter of Social Cues : What Impacts? In *Advances in Artificial Intelligence : From Theory to Practice. IEA/AIE 2017*, S. Benferhat, Tabia K., and M. Ali (Eds.). Lecture Notes in Computer Science, Vol. 10350. Springer, Cham, 559–568. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60042-0_62
- [35] Olivier Masson, Jean Baratgin, Frank Jamet, Fabien Ruggieri, and Darya Filatova. 2016. Use a robot to serve experimental psychology : Some examples of methods with children and adults. In *International Conference on Information and Digital Technologies (IDT-2016)*. Rzeszow, Poland, 190–197. <https://doi.org/10.1109/DT.2016.7557172>
- [36] James McGarrigle and Margaret Donaldson. 1974. Conservation accidents. *Cognition* 3, 4 (1974), 341–350. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(74\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0010-0277(74)90003-1)
- [37] Josef Perner and Susan R. Leekam. 1986. Belief and quantity : three-year olds’ adaptation to listener’s knowledge. *Journal of Child Language* 13, 2 (1986), 305–315. <https://doi.org/10.1017/S030500090008072>
- [38] Jean Piaget and Bärbel Inhelder. 1941. *Le développement des quantités chez l’enfant : conservation et atomisme*. Vol. 77. Neuchâtel.
- [39] Jean Piaget and Bärbel Inhelder. 1959. *La Genèse des Structures Logiques Élémentaires Classifications Et Sériations*. (1959).
- [40] Jean Piaget and Alina Szeminska. 1941. *La genèse du nombre chez l’enfant*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.
- [41] Guy Politzer. 2004. Reasoning, judgement and pragmatics. In *Experimental Pragmatics. Palgrave Studies in Pragmatics, Language and Cognition*. Palgrave Macmillan, London, I.A. Noveck and D. Sperber (Eds.). Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/9780230524125_5
- [42] Guy Politzer. 2016. The class inclusion question : a case study in applying pragmatics to the experimental study of cognition. *SpringerPlus* 5, 1 (2016), 1133. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2467-z>
- [43] Susan A. Rose and Marion Blank. 1974. The Potency of Context in Children’s Cognition : An Illustration Through Conservation. *Child Development* 45, 23 (1974), 499–502. <https://doi.org/10.2307/1127977>
- [44] Dan Sperber. 1994. Understanding verbal understanding. In *What is Intelligence?*, Jean Khalifa (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, 179–198.
- [45] Dan Sperber and Deirdre Wilson. 1986. *Relevance : Communication and cognition*. Vol. 142. Harvard University Press Cambridge, MA.
- [46] Felix Warneken. 2015. Precocious Prosociality : Why Do Young Children Help? *Child Development Perspectives* 9, 1 (2015), 1–6. <https://doi.org/10.1111/cdep.12101> arXiv:<https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/cdep.12101>
- [47] Evan Westra and Peter Carruthers. 2017. Pragmatic development explains the Theory-of-Mind Scale. *Cognition* 158 (2017), 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.10.021>
- [48] Heinz Wimmer and Josef Perner. 1983. Beliefs about beliefs : Representation and constraining function of wrong beliefs in young children’s understanding of deception. *Cognition* 13, 1 (January 1983), 103–128. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(83\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(83)90004-5)
- [49] Yuuki Yasumatsu, Taichi Sono, Komei Hasegawa, and Michita Imai. 2017. I Can Help You : Altruistic Behaviors from Children towards a Robot at a Kindergarten. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (Vienna, Austria) (HRI ’17)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 331–332. <https://doi.org/10.1145/3029798.3038305>