



# Le répertoire gestuel des enfants humains de 1 à 2 ans : à la recherche des gestes des singes

Verena Kersken<sup>1,2,3</sup> - Juan-Carlos Gómez<sup>1</sup> - Ulf Liskowski<sup>4</sup> - Adrian Soldati<sup>1,5</sup> - Catherine Hobaiter<sup>1,2</sup>

Reçu : 13 mars 2017 / Révisé : 2 août 2018 / Accepté : 29 août 2018 / Publié en ligne : 8 septembre 2018.  
© L'auteur(s) 2018

## Résumé

Lorsque l'on compare les gestes humains à ceux des autres singes, il semble à première vue qu'il n'y ait pas grand-chose à comparer. Chez l'homme adulte, les gestes sont considérés comme une fenêtre sur les processus de pensée qui accompagnent le langage, et les langues des signes sont égales à la langue parlée avec toutes ses caractéristiques. Certaines recherches soulignent fermement les différences entre les gestes humains et ceux d'autres singes ; cependant, la question de savoir s'il existe des points communs est rarement étudiée et se limite principalement aux gestes de pointage. Les répertoires gestuels des espèces de singes non humains ont été soigneusement étudiés et décrits en ce qui concerne leur forme et leur fonction, mais des approches similaires sont beaucoup plus rares dans l'étude des gestes humains. Cet article applique la méthodologie couramment utilisée dans l'étude des gestes des singes non humains à la communication gestuelle des enfants humains au cours de leur deuxième année de vie. Nous avons enregistré ( $n = 13$ ) les gestes d'enfants dans un cadre naturel avec des pairs et des soignants en Allemagne et en Ouganda. Les enfants ont utilisé 52 gestes distincts, dont 46 (89%) sont présents dans le répertoire des chimpanzés. Comme les chimpanzés, ils les ont utilisés à la fois individuellement et en séquences, et ont employé les gestes individuels de manière flexible pour atteindre différents objectifs.

**Mots clés** Enfants - Geste - Chimpanzé - Langage - Référence

## Introduction

Dans cet article, nous faisons une première tentative de classification du répertoire gestuel naturel des nourrissons humains au cours de leur deuxième année de vie en utilisant la même méthodologie que celle qui a été appliquée à d'autres espèces de singes. Nous voulons montrer que l'application de cette

La méthodologie de l'étude des gestes du nourrisson humain est non seulement une entreprise intéressante qui peut nous en apprendre davantage sur le développement de la communication humaine, mais aussi compléter ce que nous savons sur les similitudes et les différences avec les systèmes de communication des autres grands singes.

Les grands singes de toutes les espèces - humaines et non humaines - communiquent en utilisant une combinaison de différents types de signaux :

vocalisations, gestes, expressions faciales, postures corporelles, et même des indices de couleur, comme le rougissement (deJong 1999), ou d'odeur (Singh et Bronstad 2001 ; Hepper et Wells 2010) peuvent transmettre des informations entre individus. Chez l'homme, cependant, le langage (qu'il soit parlé ou signé) semble représenter un système de communication fondamentalement distinct, sa production flexible et ses propriétés récursives offrant un potentiel extraordinaire pour l'expression d'une gamme quasi infinie de significations, adressées intentionnellement à des publics très spécifiques.

Les êtres humains produisent également des signaux non intentionnels - le glapissement que nous émettons lorsque nous nous cognons l'orteil transmet clairement l'information que nous souffrons à toute autre personne présente dans la pièce, mais le signaleur n'a pas glapi avec l'intention de communiquer cette information. Les premières études sur le développement de la communication humaine distinguaient les signaux intentionnels (illocutoires) des signaux intentionnels (illocutoires).

Cet article fait partie du numéro spécial *Evolving the Study of Gesture*.

✉ Catherine Hobaiter  
elh42@st-andrews.ac.uk

- <sup>1</sup> École de psychologie et de neurosciences, Université de St Andrews, St Andrews KY16 9JP, Écosse, Royaume-Uni
- <sup>2</sup> Budongo Conservation Field Station, P.O. Box 32, Masindi, Uganda
- <sup>3</sup> Département de psychologie cognitive et développementale, Université de Göttingen, Waldweg 26, 37073 Göttingen, Allemagne
- <sup>4</sup> Département de psychologie du développement, Université de Hambourg, Von-Melle-Park 5, 20146 Hambourg, Allemagne
- <sup>5</sup> Département de cognition comparée, Université de Neuchâtel, Neuchâtel, Suisse

les signaux non intentionnels (perlocutoires), dans lesquels un signal peut avoir un effet sur un destinataire sans qu'il soit prouvé que le signaleur avait l'intention de produire cet effet (Bates et al. 1975). Contrairement au langage humain, la communication vocale non humaine entre largement dans cette deuxième catégorie non intentionnelle (Cheney et Seyfarth 1990 ; Marler 1961 ; Seyfarth et Cheney 2002). Une exception est la preuve de l'utilisation intentionnelle d'un cri d'alarme spécifique par les chimpanzés (Crockford et al. 2012, 2017 ; Schel et al. 2013) ; cependant, cela reste limité à un signal individuel utilisé d'une manière très spécifique. La gestuelle des grands singes est différente. Les grands singes non humains (ci-après grands singes) ont des répertoires d'espèces étendus de plus de 60 types de gestes différents (Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Byrne et al. 2017), avec des preuves largement répandues dans toutes les espèces que les grands singes les déploient à la fois de manière flexible et intentionnelle (par ex. Tomasello et al. 1985 ; Tanner et Byrne 1993 ; Pika et al. 2005 ; Liebal et al. 2006 ; Genty et al. 2009 ; Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Roberts et al. 2012 ; Frohlich et al. 2016). Les études actuelles suggèrent que la gestuelle des grands singes est le seul *système* de communication non humain dans lequel, à l'instar du langage, un répertoire de signaux est utilisé intentionnellement pour communiquer des objectifs quotidiens. Par conséquent, il a été avancé que le langage humain pourrait avoir pris naissance dans le domaine gestuel (Hewes et al. 1973 ; Armstrong et al. 1994, 1995 ; Corballis 2002, 2003 ; Tomasello 2008).

De récentes études comparatives entre les espèces de grands singes ont révélé qu'il y a un chevauchement substantiel dans les répertoires de types de gestes disponibles (Hobaiter et Byrne 2011a, b, et voir ; Byrne et al. 2017), et, dans certains cas, dans les significations pour lesquelles les grands singes utilisent ces gestes (Graham et al. 2018). Par conséquent, il a été suggéré qu'il existe un vaste répertoire de types de gestes "typiques des grands singes" (Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Cartmill et al. 2011, et voir ; Byrne et al. 2017). De grandes similitudes dans le répertoire gestuel ont été observées chez des grands singes ayant des écologies, des structures sociales et des capacités cognitives très différentes (Pika et al. 2005) - si le répertoire gestuel est partagé entre les espèces de grands singes modernes malgré ces variations, cela renforce l'hypothèse selon laquelle les répertoires gestuels des grands singes modernes sont issus d'un répertoire ancestral universel partagé. Un répertoire biologique partagé de types de gestes disponibles pose une question intéressante. Les chimpanzés et les bonobos sont beaucoup plus proches des humains que des gorilles ou des orangs-outans (Langergraber et al. 2012). Au moins 36 types de gestes sont partagés par toutes les espèces de grands singes non humains, avec des chevauchements encore plus importants entre les gorilles et les chimpanzés ou les bonobos (Byrne et al. 2017). Qu'est-il donc advenu de ce répertoire chez l'homme ? La question reste ouverte de savoir si certains de ces gestes simiesques sont également présents dans le répertoire humain avant que le langage ne devienne typiquement le principal moyen de communication et, s'ils sont présents, s'ils persistent ensuite parallèlement au langage. Face à cette énigme biologique, un article récent a posé la question suivante : "Où sont passés tous les gestes (de singe) ?" (Byrne et Cochet, 2016) - les gestes de singe ont-ils disparu ?

ont-ils disparu avec l'évolution des contraintes évolutives et développementales au cours de l'évolution humaine, ou ont-ils été oubliés dans les recherches sur les premières communications humaines ?

C'est en partie pour cette raison que cette question reste ouverte, malgré une abondante littérature comparant la communication des humains et des autres singes (par exemple Premack 1971 ; Premack et Premack 1972 ; Hewes et al. 1973 ; Miles 1983 ; Savage-Rumbaugh 1988 ; Deacon 1989 ; Snowdon 1990 ; Corballis 1992 ; Savage-Rumbaugh et al. 1993 ; Povinelli et al. 1997 ; Tomasello et Caramazza 1997 ; Burling et al. 1993 ; Fitch 2000, 2005 ; Tomasello et Zuberbühler 2002 ; Brinck et Gärdenfors 2003 ; Dunbar 2003 ; Gomez 2007 ; Pollick et DeWaal 2007 ; Tomasello 2007, 2010 ; Seyfarth et Cheney 2008 ; Liszkowski et al. 2009 ; Fedurek et Slocombe 2011 ; Gibson 2012 ; Scott-Phillips et al. 2015 ; Moore 2016 ; Zuberbühler et Gómez 2018), est que les études sur les singes humains et non humains s'appuient sur des méthodologies et des définitions différentes, ainsi que sur des conceptualisations du geste et de la communication (Scott et Pika 2012 ; Gillespie-Lynch et al. 2014 ; Fröhlich et Hobaiter 2018). Par exemple, chez les humains adultes, un objectif de recherche majeur est d'étudier comment le geste contribue à l'acquisition et à l'utilisation de la parole et à l'interaction entre les gestes et la pensée (par exemple, Kendon 2004 ; Goldin-Meadow 1999 ; Goldin-Meadow et Alibali 2013). Ainsi, de nombreuses études sur le développement humain se concentrent sur le développement de gestes référentiels et déictiques, tels que le pointage, et sur leur lien avec l'acquisition du langage et la référence intentionnelle. Cela a influencé les études sur les primates qui ont souvent abordé la question de savoir dans quelle mesure les grands singes ont des gestes référentiels similaires et dans quelle mesure ils sont utilisés avec une intention communicative. En effet, étant donné les affirmations selon lesquelles la capacité de communication intentionnelle était uniquement humaine (par exemple Scott-Phillips 2010, 2015, 2016), une grande partie de la recherche sur les gestes chez les primates non humains s'est concentrée sur l'utilisation intentionnelle de ces gestes. La plupart des recherches comparatives sur la communication non verbale entre primates humains et non humains se sont concentrées sur les expressions faciales et vocales (par exemple, Matsumoto et al. 2016), mais pratiquement aucune étude n'a tenté de comparer directement les *répertoires* gestuels des humains et des autres grands singes.

Comme les très jeunes enfants ne s'appuient pas encore sur l'expression orale ou sur l'expression écrite, ils ne sont pas en mesure de s'exprimer.

Si le langage gestuel est leur principal moyen de communication, ils se prêtent peut-être mieux à une comparaison avec la communication des primates non humains. Comme pour les autres grands singes, nous devons nous appuyer sur des comportements observables pour interpréter et classer leurs tentatives de communication. Le geste a joué un rôle prépondérant dans les études sur l'acquisition du langage chez les jeunes enfants, l'accent étant mis sur les gestes en tant que début de la communication intentionnelle et en tant qu'outils aidant les enfants dans l'acquisition du langage (par exemple Bruner 1981, Bates et al. 1975, 1979). Une question centrale de la recherche gestuelle avec les enfants prélinguistiques est de savoir si les caractéristiques du langage (symbolisme, référence) sont présentes avant même l'apparition du langage parlé ou signé.

Les gestes du nourrisson ont été grossièrement divisés en deux catégories : les gestes impératifs (principalement les demandes) et les gestes déclaratifs (gestes visant à diriger l'attention d'une autre personne sur un aspect de l'environnement dans le but de partager l'attention). La classe des gestes déclaratifs a fait l'objet de la plus grande attention car elle est plus proche des formes de communication spécifiquement humaines (par exemple Murphy 1978 ; Leung et Rheingold 1981 ; Bates et al. 1989 ; Franco et Butterworth 1991, 1996 ; Povinelli et al. 1997 ; Carpenter et al. 1998 ; Kita 2003a, b ; Butterworth 2003 ; Legerstee et Barillas 2003 ; Camaioni et al. 2004 ; Goldin-Meadow 2007 ; Liszkowski et al. 2004 ; Southgate et al. 2007 ; Tomasello et al. 2007 ; Tomasello 2008 ; Liszkowski 2008, 2010 ; Behne et al. 2012). Les gestes déictiques sont culturellement universels (par exemple Blake et al. 2005, Liszkowski 2005 ; Liszkowski et al. 2012 ; Salomo et Liszkowski 2013) et apparaissent à la fois chez les enfants sourds qui n'ont pas d'apport linguistique de parents signants (Goldin-Meadow et Feldman 1977, 1975 ; Caselli 1983 ; Acredolo et Goodwyn 1990 ; Goldin-Meadow 1993, 2002, 2005 ; Spencer 1993 ; Iverson et al. 1994 ; Pien 1984 ; Robinsonshaw 1996 ; Lederberg et Everhart 1998 ; Volterra et al. 2006) et les enfants aveugles qui ne reçoivent pas d'apport visuel (Moore et McConachie 1994 ; Preisler 1995 ; Iverson et Goldin-Meadow 1997 ; Iverson et al. 2000 ; Bruce et al. 2007). L'utilisation de gestes déictiques prédit l'apparition du langage et du vocabulaire au cours du développement ultérieur, cimentant le lien entre les gestes prélinguistiques et le langage (par exemple, Dobrich et Scarborough 1984 ; Bates et al. 1989 ; Caselli 1990 ; Harris et al. 1995 ; Butterworth et Morissette 1996, Tomasello et Camaioni 1997 ; Goodwyn et Acredolo 1998 ; Iverson et al. 1998 ; Goodwyn et al. 2000 ; Capirci et al. 2002, 2005 ; Kita 2003a, b ; Iverson et Goldin-Meadow 2005 ; Özçalışkan et Goldin-Meadow 2005 ; Volterra et al. 2005 ; Bavin et al. 2008 ; Capirci et Volterra 2008 ; Kelly et al. 2008 ; Rowe et al. 2008 ; Rowe et Goldin-Meadow 2009 ; Gliga et Csibra 2009 ; Colonnaesi et al. 2010). Lorsque les enfants apprennent leurs premiers mots, ils les combinent avec leurs gestes existants, ce qui ouvre la voie au développement ultérieur de combinaisons de plusieurs mots (pour une revue, voir Goldin-Meadow et Alibali 2013, pour d'autres exemples, voir : Morford et Goldin-Meadow 1992 ; Capirci et al. 1996 ; Iverson et Thelen 1999 ; Butcher 2000). Le pointage de l'index est un geste qui a été fréquemment comparé chez les bébés humains et les autres grands singes. Chez les bébés humains, le pointage apparaît de manière fiable vers l'âge de 9 mois, fait preuve d'intentionnalité et de flexibilité, et semble être universel à travers les cultures (Kita 2003a, b, 2009 ; Liszkowski 2005), bien qu'il y ait des différences dans la forme (Kita 2003a, b). Les bébés humains utilisent le pointage dans de nombreux contextes triadiques différents : pour demander une action ou un objet, pour partager leur intérêt et leurs attitudes à l'égard de quelque chose, pour fournir des informations utiles à un destinataire (Tomasello et al. 2007 ; Liszkowski et al. 2007 ; Liszkowski 2005 ; Liszkowski et al. 2006), et même pour demander plus d'informations (Southgate et al. 2007). Dans d'autres cas

Cependant, le pointage de l'index semble absent dans les populations sauvages et se limite généralement à une fonction de demande chez les grands singes en captivité (Gómez et al. 1993 ; Call et Tomasello 1996 ; Krause 1997 ; Tomasello et Camaioni 1997 ; Tomasello 2007, 2008 ; Bullinger et al. 2011) qui ont également tendance à produire une version du pointage avec la main entière plutôt qu'avec l'index (par ex. Leavens et Hopkins 1999). Les performances des singes et des enfants humains ont été directement comparées dans un certain nombre de laboratoires, et des différences remarquables ont été constatées entre les espèces de singes (par exemple, Povinelli et al. 1997 ; Liszkowski et al. 2009 ; Goot et al. 2014 ; mais c.f. ; Leavens et al. 2017). À ce jour, il semble raisonnable de conclure que le pointage de l'index, en particulier dans des contextes déclaratifs, est soit absent, soit rare dans la communication naturelle des autres grands singes (mais c.f. Leavens et al. 2005, 2017 ; et Lyn et al. 2010). Mais qu'en est-il des autres gestes du répertoire du nourrisson ?

Les premières études sur les gestes des nourrissons ont utilisé une approche plus éthologique pour décrire le répertoire gestuel des enfants humains dans divers contextes : elles ont observé des nourrissons dans des interactions naturelles avec leurs soignants, enregistré la forme et la fréquence des gestes, et pris en compte la réaction du récepteur à ces gestes (par exemple Blake et al. 1992 ; Morris 1994 ; Iverson et Goldin-Meadow 2005 ; Acredolo et Goodwyn 1985 ; Caselli 1983 ; Volterra 1981). Ces études ont toutefois été largement subordonnées à l'étude de l'acquisition du langage et de la manière dont les gestes influencent et améliorent ce processus. Par exemple, Acredolo et Goodwyn (1988) ont interrogé les mères de 38 enfants sur les gestes de leurs bébés. Dans le cadre d'une étude de journal, les mères ont donné des informations sur la forme, la fréquence et le contexte dans lequel les gestes ont été observés. Acredolo et Goodwyn (1988) ont rapporté 148 gestes fréquents dans plusieurs contextes : gestes d'objet faisant référence à un objet ou à une chose spécifique, demandes, attributs de certains objets, réponses à des questions ou à des suggestions de partenaires interactifs, et enfin dans le cadre d'événements spécifiques, par exemple le fait de saluer "bye-bye". De même, Blake et al. (1992) ont utilisé des observations vidéo pour cartographier le répertoire gestuel de 10 enfants au cours de leur deuxième année de vie. Il est intéressant de noter qu'en plus des gestes déictiques (gestes de commentaire, se référant à des objets ou faisant partie de présentations ritualisées), elle a également rapporté des gestes d'émotion, de protestation et de demande qui, selon elle, pourraient être similaires à ceux d'autres singes. Dans une observation longitudinale interculturelle, Blake et al. ont constaté que ces catégories de gestes impératifs diminuaient et que les catégories de gestes déictiques augmentaient à mesure que les enfants grandissaient et que leur vocabulaire parlé s'enrichissait (Blake et al. 2005). Le même schéma de développement a été signalé chez les enfants de toutes les cultures incluses dans l'étude : Japon, franco-canadien, italo-canadien et français. À partir de ces observations longitudinales d'enfants dans leur environnement social naturel, Blake a élaboré des descriptions de leurs gestes et a constaté qu'au moins certains d'entre eux pouvaient être comparés à d'autres.

aux gestes des singes (Blake 2000). De même, Gillespie-Lynch et al. (2014) ont directement comparé les gestes de chimpanzés, de bonobos et d'enfants humains formés au langage. En utilisant la même méthodologie et la même définition des gestes, ils ont rapporté des similitudes frappantes dans certains gestes entre les humains et les singes non humains ; cependant, comme dans les études précédentes, les espèces de singes non humains ont effectué peu de gestes déictiques et ceux-ci n'ont pas augmenté avec l'âge. En revanche, Tomasello et Camaioni (1997) ont trouvé peu de similitudes entre les gestes des enfants et ceux des grands singes, et ils suggèrent que le répertoire gestuel des enfants humains diffère dès la petite enfance en ce qui concerne la forme, la fonction et le motif sous-jacent (voir aussi Call et Tomasello 2007).

Une dernière série d'études permettant une certaine comparaison est présentée dans les travaux de Golinkoff (nourrissons humains : 1986) ; Leavens et al. (chimpanzés : 2005a) et Cartmill et Byrne (orangs-outans : 2007). Dans ce cas, un nourrisson, un chimpanzé ou un orang-outan se voyait montrer un objet désirable et le demandait par des gestes. Le partenaire communicant répondait alors à la demande, y répondait partiellement ou la comprenait mal. Indépendamment des gestes particuliers utilisés, les enfants et les singes ont montré le même schéma général dans leur comportement gestuel : Ils arrêtent de faire des gestes lorsque la demande est satisfaite, élaborent lorsqu'elle est partiellement satisfaite et utilisent des gestes différents lorsqu'ils sont incompris. Certains types de gestes, par exemple : "pointer", "frapper" et "atteindre" ont été enregistrés à la fois chez les enfants et les grands singes.

En résumé, nous ne disposons pas actuellement d'une description complète du répertoire gestuel des nourrissons humains âgés de 1 à 2 ans. Les descriptions des manuels (par exemple, Lock et Zukoff-Golding 2010) tendent à décrire les gestes de l'enfant au cours de la deuxième année de vie en termes de gestes déictiques (par exemple, pointer avec différentes formes et fonctions, atteindre, montrer et offrir des objets) complétés par des gestes conventionnels spécifiques à chaque culture ("bye, bye"), et développant plus tard des gestes iconiques ou symboliques tels que des mouvements de torsion de la main pour demander l'ouverture d'un bocal (Lock et Zukoff-Golding 2010 ; Pika 2008). Il est fait référence à l'existence d'autres gestes "idiosyncrasiques", en grande partie non spécifiés, chez les nourrissons individuels, présentés comme des "extraits d'actions directes" pour faire des demandes (Lock et Zukoff-Golding 2010), et en effet, dans de nombreuses études individuelles, nous trouvons des descriptions occasionnelles de gestes non déictiques. Par exemple, lever les bras pour demander qu'on les prenne (Lock 1980) ou guider les mains pour demander des placements (Gómez 2015), mais aucune description systématique du répertoire général des gestes des enfants.

Bien qu'une revue de la littérature montre quelques suggestions, bien qu'il existe des preuves tangibles qu'au moins une partie des gestes des nourrissons humains peut être partagée avec d'autres primates, très peu d'études observent les gestes des nourrissons humains et d'autres primates dans leur environnement naturel et les classent en utilisant la même approche méthodologique (Pika 2008 ; Gillespie-Lynch et al. 2014). Pour répondre à la question de savoir si les nourrissons humains partagent un répertoire typique des grands singes, nous devrions idéalement utiliser le système de classification des gestes des primates.

même méthode de collecte de données, de définition et de description du geste pour toutes les espèces concernées. Cette approche n'implique pas de faire rentrer une cheville carrée dans un trou rond : les singes humains et non humains sont distincts par leur écologie et leur socialité. Les méthodes éthologiques prennent en compte ces aspects et peuvent nous fournir une image complète de la communication gestuelle, y compris les formes partagées et uniques.

La meilleure approche pour générer des données adaptées à une comparaison est d'employer une méthodologie qui est déjà largement utilisée dans les espèces de grands singes non humains (e.g. Tomasello et al. 1985 ; Tanner et Byrne 1993 ; Pika et al. 2005 ; Liebal et al. 2006 ; Genty et al. 2009 ; Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Roberts et al. 2012 ; Frohlich et al. 2016). Cette approche méthodologique a été initialement pilotée par Ladygina-Kohts (1935) dans sa comparaison du comportement expressif de son propre enfant et d'un chimpanzé juvénile, puis développée dans les années 1960 (p. ex. Van Hoof 1967 ; Van Lawick-Goodall 1972 ; Plooij 1978). Dans cette approche, toute action possible du corps peut être considérée comme un geste, à condition qu'elle soit accompagnée d'indications comportementales claires d'une utilisation intentionnelle. Généralement, les critères d'attribution de l'utilisation intentionnelle sont basés sur ceux employés par Bates et al. (1975) pour une utilisation avec des enfants humains préverbaux : une conscience du destinataire et de son état attentionnel, l'attente d'une réponse du destinataire après avoir effectué un geste, l'évaluation de cette réponse et l'action en conséquence : persister lorsque le destinataire n'a pas réagi, s'arrêter pour signaler lorsqu'un résultat satisfaisant a été obtenu, et changer de stratégie lorsqu'un résultat non désiré a été obtenu (par exemple, Tomasello et al. 1985 ; Tanner et Byrne 1993 ; Pika et al. 2005 ; Leavens et Hopkins 1998 ; Leavens et al. 2005a, b ; Liebal et al. 2006 ; Genty et al. 2009 ; Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Roberts et al. 2012 ; Frohlich et al. 2016). En adoptant cette méthodologie, nous sommes en mesure d'utiliser des critères comportementaux d'intentionnalité dans le sens d'une orientation vers un but, sans impliquer de processus cognitifs particuliers d'intention communicative ou d'attribution d'état mental.

Ce document est une première tentative de comparaison du répertoire des gestes des nourrissons humains à ceux des autres singes en utilisant une approche méthodologique directement comparable. Nos résultats rapportent à la fois les types de gestes et la fréquence à laquelle nous les avons observés dans les interactions quotidiennes.

Conformément aux études précédentes, nos sujets étaient des bébés humains dans leur deuxième année de vie que nous avons observés dans leur habitat naturel à la maison et dans une crèche. Des études antérieures ont montré que la gestuelle est influencée par la langue maternelle des enfants (Kelly et al. 2008 ; Kita et al. 2007 ; Pika et al. 2006 ; Kita 2003a, b ; Capirci et al. 1998) et par des modèles d'interaction culturelle spécifiques (Salomo et Liszkowski 2013 ; Kita 2003a, b, 2009). Notre échantillon de population provenait de deux cultures différentes, allemande et ougandaise, afin de réduire les biais liés à l'impact de la culture et de la langue maternelle sur les gestes précoces. Les deux cultures diffèrent en termes de soins parentaux et de

l'interaction sociale avec les enfants. Les enfants allemands constituent un échantillon WEIRD typique (Henrich et al. 2010a, b ; Hwang 2013 ; Keller et Kärtner 2013 ; Henrich 2015), en comparaison les enfants ougandais grandissent dans des groupes familiaux plus importants et ont souvent des frères et sœurs et d'autres jeunes parents comme premiers contacts. En outre, des études ont observé des taux plus faibles d'interaction tri- adique entre l'enfant, un parent ou un soignant, et un objet ou un événement dans l'environnement chez les enfants ougandais (Kersken et al. 2017, voir aussi ; Britto et al. 2013 ; Salomo et Liszkowski 2013 ; Kärtner et al. 2010 ; Keller et al. 2005 ; Rabain-Jamin et al. 2003 ; Ainsworth 1967). Étant donné le petit échantillon de nos deux populations, notre objectif n'est pas de procéder à une comparaison interculturelle ; nous intégrons plutôt les deux populations pour fournir un ensemble de données plus diversifié sur le plan culturel afin de mieux commencer à décrire tout simplement humain typique de l'espèce.

## Méthodes

Dans cette étude, nous avons analysé les gestes des enfants dans des enregistrements vidéo de nourrissons humains au cours de leur interaction naturelle avec d'autres personnes (pairs, soignants, parents), soit dans leur maison (Ouganda), soit dans une crèche (Allemagne). La communication humaine implique des traits spécifiques hérités biologiquement, tels qu'un répertoire partagé de phonèmes potentiellement disponibles dans la petite enfance (Lenneberg 1968), ou l'émergence d'une grammaire hiérarchiquement structurée (Sandler et al. 2005 ; Senghas et al. 2004 ; Senghas et Coppola 2001). Dans le même temps, l'apprentissage social a un impact important sur les nombreuses langues, dialectes et normes culturelles (Pinker 2003 ; Gregory et Carroll 1978 ; Halliday 1975). La langue elle-même interagit avec d'autres comportements culturellement spécifiques, tels que l'enseignement ou l'apprentissage social (Schi- effelin et Ochs 1986 ; Howard et al. 2014 ; Shneidmann et al. 2016). Notre objectif ici était de démontrer la validité de l'application de la méthode des singes non humains aux enfants humains, afin d'explorer toute utilisation possible du répertoire de gestes des grands singes. Afin de réduire le biais créé par les caractéristiques culturelles ou environnementales d'une population humaine spécifique, ainsi que de collecter des données spécifiquement pour cette étude (Göttingen, Allemagne), nous avons incorporé un codage opportuniste d'une donnée existante collectée dans le cadre d'une étude d'observation portant sur les interactions quotidiennes des enfants avec leurs accompagnateurs à Masindi, en Ouganda (voir Kersken et al. 2017).

## Populations étudiées

Ouganda : Le comportement spontané de sept enfants (quatre filles et trois garçons) âgés de 315 à 421 jours a été observé et enregistré dans leur environnement familial. La mère des enfants était toujours présente ou à proximité et les enfants étaient libres de se déplacer dans leur maison et d'interagir avec leurs parents.

les membres de la famille (frères et sœurs, cousins, parents et grands-parents par exemple), ou avec d'autres enfants du même âge ou plus âgés. Les enfants ont été observés dans et autour de l'enceinte de leur famille, souvent partagée avec la famille élargie. Les enceintes étaient constituées de plusieurs maisons simples sans accès à l'électricité ou à l'eau courante. Des animaux tels que des poulets ou des chèvres étaient souvent hébergés dans ces enceintes. Les parents pratiquaient l'agriculture de subsistance ou, principalement dans le cas des pères, travaillaient comme chauffeurs de moto-taxi, coiffeurs ou tenaient de petits magasins. Sur les terrains, les enfants avaient accès à un certain nombre d'objets quotidiens tels que des bidons, des bols, de la vaisselle en plastique ou du tissu. Le niveau d'éducation formelle des parents était comparativement faible : La plupart des pères et certaines mères ont terminé l'école primaire, et très peu ont poursuivi leurs études. Les familles des enfants parlaient le swahili, l'alur ou l'acholi à la maison, et souvent un mélange de ces langues. Les données ont été collectées dans quatre villages du district de Masindi, en Ouganda, en février 2013.

Allemagne : Le comportement spontané de six enfants (deux filles et quatre garçons) âgés de 343 à 642 jours a été observé et enregistré pendant la période de jeu dans une crèche et alors qu'ils étaient assis dans un chariot partagé lors d'un voyage en ville. La crèche était composée d'un groupe de 12 enfants, tous âgés de moins de 2 ans. Trois membres du personnel s'occupaient des enfants et interagissaient avec eux. Le personnel de la crèche parlait le germanique avec les enfants, mais certains enfants étaient bilingues, l'un de leurs parents ou les deux parlant une langue maternelle différente. Les parents des enfants étaient principalement des employés de l'université locale ou de l'hôpital universitaire. Le niveau d'éducation formelle des parents était élevé ; au moins l'un des parents de chaque enfant avait un niveau d'éducation supérieur. Le groupe de la crèche était logé dans un bâtiment séparé avec une petite aire de jeu extérieure. Les enfants avaient accès à une salle de groupe avec un petit espace de construction, des tables et des chaises, une plate-forme d'escalade, un long couloir, une cuisine et une salle de bains. Les enfants utilisaient parfois le jardin avec un bac à sable, des jouets d'extérieur, des tricycles et une maison de jeu. Les enfants partaient souvent en excursion dans la ville à bord d'un chariot spécialement conçu à cet effet. Un membre du personnel de la crèche ou une personne en charge des enfants était toujours présent ou à proximité. Pendant le jeu libre, les enfants pouvaient se déplacer et interagir avec l'environnement (qui comprenait des jeux de construction, des livres, des jouets en peluche et des petites voitures), avec les adultes et avec d'autres enfants du même âge ; pendant le trajet en chariot, les enfants étaient plus limités dans leurs mouvements, mais pouvaient interagir avec les adultes et les autres enfants dans le chariot. Les données ont été collectées à Göttingen, en Allemagne, en août et septembre 2014.

## Procédure

La collecte des données s'est faite par échantillonnage de toutes les occurrences (Altmann 1974), toutes les communications produites par l'enfant focal ou survenues dans le groupe autour de l'individu focal ayant été enregistrées. Toutes les interactions sociales ont été enregistrées à l'aide de

un caméscope haute définition (Panasonic HC-V380) à une distance variable (généralement entre 1 et 8 mètres) en fonction de la visibilité et des mouvements des enfants.

## Analyse

Toutes les vidéos ont été visionnées à la recherche de cas potentiels de communication gestuelle. Les signaux ont été codés dans une feuille personnalisée sur FileMaker Pro Advanced 11.0v4 et les données ont ensuite été exportées dans Excel pour Mac (15.19.1). Le cas échéant, les données ont été converties en moyennes pour chaque individu, afin d'éliminer tout effet de pseudo-réplication dû à la quantité variable de données collectées par individu. Les analyses ont été effectuées dans SPSS (v23) avec  $\alpha = 0,05$  pour la signification. Les moyennes sont données  $\pm$  l'écart-type, tout au long de l'étude. Les données ont été examinées pour déterminer si elles se prêtaient à des statistiques paramétriques et, le cas échéant, des transformations ont été appliquées et les données ont été testées à nouveau. Lorsque c'était le cas, les données sont clairement indiquées. Lorsque aucune transformation appropriée n'était possible, des alternatives non paramétriques ont été utilisées. Tous les tests statistiques étaient bilatéraux.

Dans l'analyse de nos données, nous avons choisi de nous concentrer uniquement sur les gestes et de ne pas analyser d'autres signaux d'accompagnement tels que les vocalisations ou les mots prononcés. Une grande partie de la littérature suggère que les gestes des nourrissons sont souvent combinés à un comportement vocal (par exemple Blake et al. 2005, Acredolo et Goodwyn 1988), et c'était également souvent le cas dans notre échantillon. Cependant, nous limitons ici notre analyse aux gestes pour une comparaison plus directe avec le comportement gestuel d'autres singes.

## Identifier les gestes

Conformément à la méthode utilisée par Hobaiter et Byrne (2011a, b), les gestes ont été définis comme suit : "des mouvements physiques discrets, mécaniquement inefficaces, observés pendant des périodes de communication" : "des mouvements physiques discrets, mécaniquement inefficaces du corps observés pendant les périodes de communication". Ces mouvements comprennent les mouvements de l'ensemble du corps, des membres et de la tête, mais pas les expressions faciales ni les postures corporelles statiques. Ainsi, par exemple, lorsqu'un enfant se soutient en attrapant les vêtements d'un autre, ou met un destinataire en position en le poussant, ces actions ne sont pas classées comme des gestes car elles sont mécaniquement efficaces pour atteindre leur propre but. Cependant, lorsqu'un enfant pousse un destinataire, puis le relâche et que le destinataire se met ensuite en position, cette action a été classée comme un geste potentiel. Cette classification peut entraîner l'exclusion de certaines actions qui sont des gestes ; cependant, elle empêche l'inclusion accidentelle d'actions qui ne sont pas des gestes.

Compte tenu des preuves de l'existence d'un répertoire de gestes de singes largement hérité sur le plan biologique, avec un chevauchement maximal entre les espèces les plus proches (Byrne et al. 2017 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Graham et al. 2017), nous avons

Dans un premier temps, nous avons utilisé le répertoire utilisé pour décrire les espèces les plus proches de l'homme, pour lesquelles nous disposons du plus grand ensemble de données : les chimpanzés (Hobaiter et Byrne 2011a, b, 2017 et dans les données non publiées) mis à jour en). Cependant, nous avons vérifié tous les types de gestes apparemment nouveaux en dehors de ce répertoire par rapport aux répertoires décrits pour d'autres grands singes (Byrne et al. 2017), ce qui a conduit à l'ajout de quatre types de gestes du répertoire du gorille : "Se frapper", "Objet sur la tête", "Se frotter" et "Se taper", et à la description de deux nouveaux types de gestes (pour le répertoire des singes non humains) : "Fléchir le bras" et "Agiter la main" (voir le tableau 1 pour les définitions).

La communication intentionnelle a été définie de manière comportementale selon Hobaiter et Byrne 2011a, b, et est cohérente avec les définitions de la littérature sur la communication gestuelle des grands singes (y compris par exemple : Tomasello et al. 1985 ; Pika et al. 2005 ; Liebal et al. 2006 ; Tanner et Byrne 1993 ; Genty et al. 2009 ; Roberts et al. 2012 ; Frohlich et al. 2016). Nous avons considéré qu'une action du corps était un geste intentionnel uniquement lorsqu'elle était destinée à un destinataire particulier dans le but d'influencer son comportement d'une manière spécifique. Nous avons utilisé la vérification de l'audience, l'attente de la réponse et la persistance comme indications comportementales de l'utilisation intentionnelle (voir Hobaiter et Byrne 2011a, b pour des définitions détaillées de ce système de codage), et nous avons exigé que chaque cas potentiel de communication gestuelle soit accompagné d'un ou plusieurs de ces éléments pour être inclus comme un geste intentionnel dans l'analyse. Dans notre recherche sur les grands singes non humains, les cas potentiels de gestes apparemment dirigés vers le chercheur tenant la caméra sont exclus en raison de la différence d'espèce entre les chercheurs et les sujets. Cependant, étant donné que ce n'était pas le cas dans cette étude, lorsque les critères appropriés étaient remplis, nous les avons inclus dans notre codage gestuel.

## Structure de la communication gestuelle

Comme on l'a vu dans la gestuelle des grands singes, la production de gestes et d'autres signaux par les enfants n'est pas nécessairement une production claire d'un seul signal suivi d'une réponse. Au contraire, les gestes et autres signaux peuvent être produits en série, se chevaucher et être échangés. Comme pour la gestuelle des chimpanzés (Hobaiter et Byrne 2011a, b), nous avons distingué trois phases structurelles distinctes dans la gestuelle des enfants. Lorsqu'un geste ou plusieurs gestes se produisent au cours d'une pause de 1 s ou moins entre les gestes, ils sont codés comme faisant partie de la même *séquence*. Si plus d'une séquence avec une pause de plus d'une seconde entre elles se produisait, elles étaient catégorisées comme faisant partie de la même *séquence*. Chaque fois que des gestes ont été échangés au moins une fois entre le(s) signaleur(s) et le(s) destinataire(s), nous les avons classés comme un *échange*. Plutôt que d'imposer une limite de temps dans laquelle un comportement était considéré comme une réponse à une communication antérieure, nous avons pris en compte les comportements intermédiaires dirigés vers le destinataire (par exemple : audience, etc.).

**Tableau 1** Répertoire gestuel des enfants de 1 à 2 ans

Type de geste (action gestuelle)	Définition	N	Chimpanzé- zee
		I J Tous	
Flexion des bras <sup>a</sup>	Un ou les deux bras sont tenus horizontalement à l'opposé du signaleur et sont ensuite rapidement ramenés vers le signaleur.	10	- - -
Élévation des bras	Lever le bras et/ou la main verticalement en l'air	56	+ + +
de bras avec objet	Comme "lever le bras", tout en tenant l'objet	10	- + +
Tremblement de bras	Petits mouvements répétés de va-et-vient du bras et/ou de la main	5	+ + +
Vague de bras	Grand mouvement répété d'avant en arrière du bras levé au-dessus de l'épaule	7	- + +
Onde de bras avec objet	En tant qu'"onde de bras", tout en tenant l'objet	5	- + +
Morsure	Le corps du destinataire est maintenu entre les dents ou les lèvres du signaleur.	2	+ + +
Frapper dans les mains	Les deux paumes se rapprochent et se rejoignent avec un contact audible	1	- <sup>1</sup>
Étreinte	Le signaleur enroule un ou les deux bras autour du destinataire et maintient le contact physique		+ + +
Fling	Mouvement rapide du bras ou de la main en direction du destinataire		destinataire <sup>1</sup>
+ + +			
+ + +	GrabHand est fermement refermé sur une partie du corps du destinataire		destinataire <sup>16</sup> +
Prise en	mainComme la "prise en main", mais le contact main fermée est maintenu pendant au moins 2	s11	+ + +
Saisir,tire	Comme"Grab", mais le contact avec la main fermée est maintenu et une force est exercée pour déplacer le destinataire de sa position actuelle.	8	+ + +
r			
Saisir, tirer à 2 mains	Comme "Grab pull" mais avec les deux mains		+ + + Hand
Onde de la main <sup>a</sup>	Mouvement répété de va-et-vient de la main à partir du poignet, généralement en la tenant au-dessus de l'épaule.	s1	+ + + +
Secousse de la tête	Mouvements répétés de la tête d'avant en arrière (d'un côté à l'autre ou à la verticale)	7	- + +
Frapper l'objet/le sol	Mouvement du bras à partir de l'épaule avec un contact dur et bref de la paume ouverte ou du poing fermé sur un objet ou le sol.	10	+ + +
Frapper l'objet/le sol à deux mains	Comme "Frapper l'objet/le sol" mais avec les deux mains	2	+ + +
Frapper l'objet w. l'objet	Comme "Frapper l'objet/le sol", mais la main tient un objet qui entre en contact avec un autre objet ou le sol.	5	- + +
Frapper l'autre	Comme "toucher l'objet/le sol", mais la main est mise en contact avec le corps du destinataire.	17	+ + +
Frapper les deux autres mains	Comme "Hit other" mais avec les deux mains	3	+ + +
Frapper soi-même <sup>b</sup>	Comme "Frapper l'autre", mais la main est mise en contact audible avec le corps du		signaleur <sup>10</sup> - <sup>11</sup>
Frapper avec un objet	Comme "Hit other", mais la main tient un objet qui est mis en contact avec la peau du destinataire.	3	+ + +
Frapper l'objet/le sol	Comme "frapper l'objet/le sol" mais avec une répétition rythmique régulière de l'action		<sup>11</sup> Frapper
l'autre	Comme "frapper l'autre" mais avec une répétition rythmique régulière de l'action		+ + +
Frapper avec l'	objetComme "frapper avec l'objet" mais avec une répétition rythmique régulière de l'		action <sup>1</sup> - - +
Locomotion	Mouvement de marche ou de course exagérément raide, généralement avec contact audible des pieds		+ + + Le
Objet dans la bouche	Le signaleur s'approche du destinataire en portant un objet dans la bouche	s3	<sup>11</sup> +
sur la tête <sup>b</sup>	Le signaleur fait face ou s'approche du destinataire en portant un objet en équilibre sur la tête		+ + + Objet
Déplacement d'objet	L'objet est déplacé dans une direction, le contact est maintenu tout au long du mouvement.	2	+ + +
Secousse de l'objet	Mouvement répété d'avant en arrière d'un objet	10	+ + +
PokeFirm	, brève poussée d'un ou plusieurs doigts dans le corps du		destinataire <sup>1</sup> +
+			
Pousser	La paume est en contact avec le corps du destinataire et une force est exercée pour tenter de déplacer le destinataire.	7	+ + +
Paume de la main	Bras tendu vers le destinataire, la paume de la main étant tenue verticalement ou vers le haut et les doigts en croix.	107	+ + +
Reach directed	Identique à "Reach palm", mais le bras est tendu vers une tierce personne ou un objet, tandis que l'auditoire vérifie, attend une réponse et/ou émet d'autres signaux à l'intention du destinataire.	164	- + +
Bascule	Mouvement de va-et-vient du torse à partir de la taille, généralement en position assise		<sup>1</sup> + + Rub <sup>b</sup>
Mouvement de va-et-vient des paumes sur le corps du			signaleur <sup>32</sup> - -
--			





Tableau 1 (suite)

Type de geste (action gestuelle)	Définition	N Chimpanzé- zee	I J Tous
Stomp	La plante du pied est soulevée verticalement et mise en contact avec la surface sur laquelle on se tient	11	+++ Stomping
"Stomp" mais il y a une répétition rythmique régulière de l'action			Comme + + + Swing
Swing	avec Grand mouvement de va-et-vient du (des) bras ou de la (des) jambe(s) à partir de l'épaule ou de la hanche	+ + +	+ + + +
Tapoter l'objet	Mouvement du bras à partir du poignet ou du coude, avec un contact ferme et bref d'un ou plusieurs doigts sur l'objet.	2	- - +
Tapoter l'autre	Comme "Tapoter l'objet" mais les doigts sont mis en contact avec le corps du destinataire	+ + +	
Tapoter l'	objet Comme "Tapoter l'objet" mais il y a une répétition rythmique régulière de l'	6	- <sup>1</sup> +
Taper sur l'autre sur soi <sup>b</sup>	Comme "Taper sur l'autre" mais avec une répétition rythmique régulière de l'action		- + + Taper
- -	Comme "Taper sur l'autre" mais les doigts sont mis en contact avec le corps du	3	- -
Lancer un objet	L'objet est déplacé et relâché de façon à ce qu'il se déplace dans l'air après le moment du relâchement.	36	+ + +
Poussée	Les hanches sont en contact répété avec le corps du destinataire.	1	- - +
Toucher	Contact léger de la main et/ou des doigts sur le corps du receveur, contact inférieur à 2 s	25	+ + +

Dans le répertoire des chimpanzés, nous distinguons ceux qui ont été enregistrés à ce jour comme étant utilisés par des chimpanzés nourrissons (I) ou juvéniles (J), de ceux enregistrés dans le répertoire de l'espèce (Tous) ; + = présent, - = non observé ; <sup>1</sup> observé mais pas assez de cas chez les chimpanzés sauvages pour l'inclure dans le répertoire actuel. Les descriptions des gestes suivent : Hobaiter et Byrne 2011, mis à jour dans Hobaiter et Byrne 2017. *N* = nombre de jetons de gestes. Etant donné la petite taille de l'ensemble de données, tous les gestes potentiels sont décrits ici, alors que nous exigerions typiquement *n* = 2 cas d'utilisation intentionnelle et d'utilisation par au moins deux individus pour l'inclusion dans le répertoire d'un grand singe (Hobaiter et Byrne 2011a, b).

<sup>a</sup>Ces gestes n'ont pas été décrits à ce jour dans le répertoire d'autres singes

<sup>b</sup>Le geste est présent chez le gorille, mais pas dans le répertoire du chimpanzé ; tous les autres gestes sont présents dans le répertoire du chimpanzé.

ou le maintien de la position d'une partie du corps présentée) et l'absence de comportements non dirigés (tels que la toilette personnelle ou l'alimentation) ou de comportements dirigés vers un autre individu, pour indiquer que l'attente d'une réponse et, par conséquent, la communication, étaient en cours.

Comme les gestes ont été effectués dans l'environnement naturel des enfants, plusieurs personnes peuvent être présentes pendant qu'ils font des signaux. Nous avons codé les signaux comme appartenant à l'un des quatre contextes de destinataires possibles : (1) Un destinataire certain : un seul destinataire potentiel est présent, le signaleur entre en contact avec lui au cours d'une action gestuelle (par exemple un geste de toucher), et/ou dirige son regard vers lui pendant la vérification de l'audience (avant ou pendant le signalement) ou l'attente de la réponse (après ou entre les signalements). (2) Plusieurs destinataires mais dirigés vers un seul individu : plusieurs destinataires potentiels sont présents, mais le signaleur dirige la communication vers un seul individu, comme indiqué par un contact lors d'une action gestuelle ou par un regard comme précédemment. (3) Un destinataire potentiel : un seul individu est présent, mais rien n'indique que la signalisation est dirigée vers cet individu. (4) Plusieurs destinataires potentiels (plusieurs destinataires potentiels mais sans indication que le comportement est dirigé vers un seul individu). Seules les actions codées avec le destinataire "Un certain destinataire" ou "Plusieurs destinataires mais dirigés vers un seul individu" ont été considérées comme des cas de communication intentionnelle et ont été utilisées dans les analyses.

En outre, chaque geste individuel a été codé pour la modalité (silencieux-visuel, audible, contact) ; le contexte situationnel du signaleur immédiatement avant le signal (affiliation, bain, alimentation, toilettage, soins, jeu social, jeu solitaire (avec d'autres personnes présentes), voyage, inconnu) ; et la réponse du destinataire (geste, autre action, ou aucune). En comparaison avec les données sur les chimpanzés, le codage précoce des gestes des chimpanzés intégrait le contexte de la communication, plutôt que le contexte immédiatement antérieur (par exemple, dans Hobaiter et Byrne 2011a, b). Par conséquent, l'utilisation sociale de gestes immédiatement après un jeu solitaire afin d'engager un adulte dans un jeu social aurait été codée comme "jeu social" dans les données antérieures. Pour remédier à cette divergence, nous présentons ici les données sur le jeu solitaire et le jeu social à la fois séparément et en combinaison ("Jeu"). Nous avons classé les gestes produits chaque fois que les enfants n'étaient pas en mesure de se déplacer librement, par exemple lors du bain ou lorsqu'ils étaient assis dans le chariot de voyage, dans la catégorie 'Restreint', tous les autres gestes étant classés dans la catégorie 'Libre'.

### Identifier les objectifs et la signification de la communication gestuelle

Comme pour les gestes des singes (Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2014), nous avons défini le but comme "la réponse comportementale du destinataire qui satisfait le signaleur, comme indiqué par l'arrêt du signalement par le signaleur". Les objectifs étaient les suivants

Cependant, comme ils reflètent des objectifs déjà établis dans la littérature sur les singes (par exemple Genty et al. 2009 ; Hobaiter et Byrne 2014), nous avons utilisé les mêmes étiquettes pour une comparaison pratique. Par conséquent, seuls les gestes réussis peuvent se voir attribuer un but. Nous avons assigné les gestes aux objectifs suivants : Acquérir un objet, Affiliation, Attention directe, Me suivre, S'éloigner, Se rapprocher, Me prendre, Arrêter un comportement, Voyager avec vous, et Jouer. Nous étudions les objectifs des gestes à la fois avec et sans données de jeu, car le jeu en tant que contexte comportemental peut incorporer l'utilisation ludique d'objectifs du " monde réel " tels que " S'éloigner " ou " Se rapprocher " (Hobaiter et Byrne 2014). Nous employons le terme "signification" pour désigner l'utilisation cohérente d'un geste à plusieurs reprises pour atteindre le même objectif, que ce soit par un individu (signification idiosyncrasique) ou par l'ensemble des individus. Les gestes peuvent être étroitement associés à une seule "signification", ou de manière flexible à plusieurs (Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2014).

### Définition des gestes potentiellement référentiels

Nous avons défini les gestes comme "dirigés" lorsqu'ils semblaient orienter la réponse comportementale du destinataire dans une direction particulière. Par exemple : *Poussée* dirigée, le destinataire déplace son corps vers l'endroit indiqué par la poussée. Veuillez noter que tous les gestes sont dirigés dans le sens où ils sont orientés vers un but et vers un destinataire spécifique ; nous spécifions ici ceux qui semblent être référentiels, en ce sens qu'ils sont dirigés vers un lieu externe ou une tierce partie. Nous avons distingué un geste " Reach directed " d'un geste " Reach " typique selon Hobaiter et al. (2013) : un geste " Reach " orienté vers un tiers ou un objet spatialement distinct du destinataire (dans le cas d'une direction vers un tiers, le destinataire a été identifié à partir de la direction du regard pendant la vérification de l'audience et l'attente de la réponse). Chez les enfants, nous avons en outre distingué la sous-catégorie "index-finger point" (geste "Reach directed" produit avec l'index seulement tendu) de la sous-catégorie "whole-hand" (geste "Reach directed" produit avec tous les doigts tendus) en nous basant sur la forme de la main plutôt que sur la fonction. Ces deux formes auraient été classées comme des formes du seul type de geste "dirigé vers l'avant" si elles étaient apparues chez une autre espèce de singe. Par conséquent, nous ne les distinguons pas comme des types de gestes distincts dans la comparaison du répertoire des gestes. Cependant, comme ils sont souvent considérés séparément dans la littérature sur les bébés humains (par exemple, Cochet et Vauclair 2010 ; Liszkowski 2008 ; Blake 2000 ; Carpen-ter et al. 1998 ; Tomasello et Camaioni 1997 ; Franco et Butterworth 1996 ; Blake et al. 1994 ; Leung et Rheingold 1981 ; Acredolo et Goodwyn 1988 ; Bates et al. 1975), nous discutons de la fréquence relative de ces deux formes.

### Données sur les chimpanzés

Nous comparons nos résultats avec les données de notre travail sur la communication gestuelle des chimpanzés (Hobaiter 2010 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b, 2012, 2014, 2017 ; Hobaiter et al. 2013, 2017 ; Hobaiter, données non publiées). Nous avons indiqué la taille des échantillons pour les tests individuels dans la section "Résultats" ; cependant, nous fournissons ici un résumé de l'ensemble des données. Les données utilisées dans ces analyses ont été collectées entre 2007 et 2017. Les chimpanzés signaleurs étaient âgés de 12 mois à environ 51 ans, et les données ont été collectées dans tous les contextes comportementaux. L'ensemble des données disponibles contenait 5908 jetons d'utilisation intentionnelle de gestes :  $n = 782$  (13%) provenant de bébés chimpanzés de moins de 5 ans (notez qu'aucune utilisation intentionnelle de gestes n'a été enregistrée chez les chimpanzés < 1 an), et  $n = 2129$  ( $n = 36%$ ) provenant de chimpanzés juvéniles âgés de 5 à 10 ans. Comme, dans certains cas, nous avons comparé nos données avec des ensembles de données spécifiques publiés antérieurement, lorsqu'il y a eu des variations par rapport à ces chiffres, elles sont signalées avec le test.

### Fiabilité inter-observateurs

AS a codé les vidéos des enfants. CH, un codeur expérimenté de la communication gestuelle des chimpanzés, a dispensé une formation en utilisant des vidéos de gestes de chimpanzés. CH a effectué des tests de fiabilité entre observateurs sur 100 cas d'utilisation potentielle de gestes par les enfants, soit environ 13 % de l'ensemble des données ( $n = 788$  cas). Nous avons utilisé un générateur de nombres aléatoires pour attribuer à tous les cas de gestes individuels un nombre aléatoire compris entre 0 et 1. Les cas ont ensuite été triés sur la base de ces nombres aléatoires, du plus faible au plus élevé, et les 50 premiers cas ont été sélectionnés pour chaque cohorte (ougandaise et allemande) avec un test de fiabilité inter-observateurs portant sur trois aspects : Le geste est-il dirigé vers une autre personne ? Quel est l'état attentionnel du destinataire ? Et quel est le type de geste (selon Hobaiter et Byrne 2011a, b). Les pourcentages d'accord étaient élevés (caractère dirigé = 84% ; état attentionnel du destinataire = 70% ; type de geste 92%), et un niveau d'accord bon à très bon a été atteint pour les trois variables (kappa de Cohen : caractère dirigé  $K = 0,700$  ; état attentionnel du destinataire  $K = 0,601$  ; type de geste  $K = 0,841$ ).

### Déclaration éthique

Les parents se sont portés volontaires pour que leurs enfants participent à l'étude. La participation était entièrement volontaire et ne comportait aucune incitation financière. Les participants ont été informés des objectifs de l'étude et de ce qu'impliquait leur participation. Tous les parents ont donné leur consentement écrit pour que leurs enfants participent à l'étude. Pour les participants ougandais, tous les formulaires de consentement et de compte rendu ont été traduits en swahili et, si nécessaire, lus et expliqués avec l'aide d'un assistant local sur le terrain. Après

À la fin de l'étude, les participants ont été informés de la nature de l'étude. L'étude a été réalisée conformément aux normes éthiques de l'université de Göttingen, de l'Institut Max-Planck de psycholinguistique, du comité d'éthique de l'enseignement et de la recherche de l'université de St Andrews, du Conseil national ougandais pour la science et la technologie, ainsi que de la déclaration d'Helsinki de 1964 et de ses amendements ultérieurs.

## Résultats

Nous avons enregistré 925 minutes de communication de 13 enfants âgés de 315 à 642 jours (environ 11 à 21 mois). Enfants ougandais : total  $n = 493$  min : BU : F, 315 jours, 60 min ; DC : F, 384 jours, 61 min ; FG : F, 408 jours, 63 min ; MK : F, 316 jours, 96 min ; MU : M, 344 jours, 72 min ; MA : F, 421 jours ; et P : M, 421 jours, 72 min. Enfants allemands : total  $n = 432$  min : BM, M, 633 jours, 90 min ; FJ : F, 343 jours, 27 min ; JF : F, 554 jours, 72 min ; JS, M, 642 jours, 108 min ; MQ : M, 614 jours, 72 min ; JS, M, 642 jours, 108 min ; FJ : F, 343 jours, 27 min ; JF : F, 554 jours, 72 min ; MQ : M, 614 jours, 72 min. jours, 105 min ; TD, M, 360 jours, 30 min.

## Répertoire

Nous avons ainsi obtenu un ensemble de données de 788 actions gestuelles potentielles (enfants ougandais  $n = 390$  ; enfants allemands  $n = 398$ ), classées en 52 types de gestes potentiels (voir tableau 1). 680 de ces actions gestuelles répondaient aux critères stricts de définition d'un cas de geste intentionnel typiquement appliqué à la communication simienne. Il s'agit des 52 types de gestes (voir tableau 1) ; seuls ces cas de gestes intentionnels sont utilisés dans les analyses ci-dessous. Nous exigeons normalement  $n = 2$  cas d'utilisation intentionnelle et d'utilisation par au moins 2 individus pour les inclure dans le répertoire des grands singes (Hobaiter et Byrne 2011a, b) ; cependant, étant donné le petit ensemble de données, tous les gestes sont présentés ici avec le nombre de cas observés.

L'examen de la fréquence cumulée des types de gestes, tels qu'ils sont utilisés par chaque enfant, suggère que le répertoire combiné des enfants commence seulement à approcher l'asymptote, et que d'autres types de gestes restent très susceptibles d'être identifiés (Fig. 1). Aucun répertoire individuel ne s'est approché de l'asymptote, et les répertoires individuels moyens varient considérablement ( $n = 13$ , intervalle 6-28, moyenne =  $15,6 \pm 6,5$ ), mais sont en étroite corrélation avec le nombre de gestes enregistrés par individu ( $n = 13$ , gestes enregistrés par individu : intervalle = 22-124, moyenne =  $52,3 \pm 33,4$  ; corrélation de Pearson,  $r = 0,75$ ,  $n = 13$ ,  $P = 0,002$  ; voir Fig. 1), ce qui suggère que la taille du répertoire individuel dans nos données était limitée par la taille de l'ensemble de données.  $N = 11$  gestes ont été employés par un seul enfant et peuvent donc être décrits comme idiosyncrasiques. Cependant, 7 d'entre eux ont été codés comme ayant été utilisés dans le cadre d'une communication intentionnelle à une seule occasion, et les 4 autres à  $n = 2$  occasions. Les cas d'utilisation unique ne seraient normalement pas inclus dans un répertoire gestuel, voir ci-dessus, mais sont inclus ici par souci d'exhaustivité.

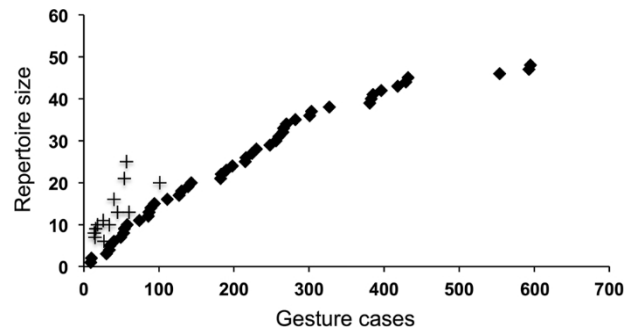


Fig. 1. Enregistrement cumulatif des types de gestes chez les enfants de 1 à 2 ans. Le nombre cumulé de types de gestes est rapporté au nombre de cas de gestes codés (losanges pleins). Le répertoire total semble commencer à s'approcher de l'asymptote, mais ne l'a pas encore atteinte. En outre, sur les mêmes axes, les tailles des répertoires individuels sont représentées en fonction du nombre total de cas de gestes (croix). Aucun répertoire individuel n'a approché l'asymptote.

compte tenu de la petite taille de l'ensemble des données. Compte tenu de la corrélation entre la fréquence des gestes et le nombre de types de gestes utilisés décrite ci-dessus, et de la corrélation entre le nombre d'occurrences d'un geste dans le répertoire d'un enfant et sa fréquence dans l'ensemble des données (corrélation de Pearson,  $r = 0,80$ ,  $n = 51$ ,  $P < 0,0001$ ), les répertoires individuels et la fréquence avec laquelle un geste a été utilisé par différents enfants semblent être déterminés en grande partie par la taille de l'échantillon dans nos données.

## Le répertoire gestuel des enfants de 1 à 2 ans correspond-il à celui décrit pour les autres singes ?

46 des 52 gestes décrits pour les enfants étaient également présents dans le répertoire des chimpanzés, soit un chevauchement de 89%. Sur les six gestes restants, quatre des gestes utilisés par les enfants : "se frapper", "objet sur la tête", "se frotter" et "se taper", sont présents dans le répertoire des gorilles, et deux gestes : 'Fléchir le bras' et 'Agiter la main', étaient spécifiques aux enfants (voir tableau 1). Les gestes "Tendre la main" ( $n = 164$ ) et "Tendre la paume" ( $n = 107$ ) étaient les types de gestes les plus courants observés chez les enfants et comprenaient presque deux fois plus de cas que les gestes suivants les plus utilisés ("Lever le bras"  $n = 56$  et "Lancer l'objet"  $n = 36$ , voir tableau 1). Notre ensemble de données sur les gestes des bébés chimpanzés ( $n = 782$  jetons de geste) est, comme notre ensemble de données sur les enfants, relativement petit et nous mettons en garde contre l'absence dans nos données représentant une véritable absence ; cependant, ici, 28 des 52 (54%) types de gestes utilisés par les enfants étaient présents. Le chevauchement augmente à 39 types de gestes (75%) lorsque l'on compare avec les chimpanzés juvéniles, pour lesquels nous disposons d'un ensemble de données plus important ( $n = 2129$  jetons de gestes).

## Contexte

Chez les jeunes chimpanzés, le jeu social était le principal contexte enregistré avant l'émission d'un signal (infantile).

chimpanzés : 644/782, 82% ; chimpanzés juvéniles : 1500/2129, 74%) ; une fois adulte, l'utilisation dans le jeu a diminué et les gestes ont été enregistrés dans le cadre de la fréquentation (440/2997, 15%), du toilettage (489/2997, 16%) et des voyages (353/2997, 12%), avec une fréquence similaire au jeu social (487/2997, 16%) chez les chimpanzés adultes. Chez les enfants humains, le jeu social (199/680, 29%) et les déplacements (221/680, 33%) sont les contextes les plus fréquents avant la signalisation. L'utilisation intentionnelle de gestes a également été enregistrée chez les signaleurs qui se trouvaient dans un contexte de jeu solitaire (108/680, 16%), d'alimentation (51/680, 8%), de bain (14/680, 2%), d'affiliation (5/680, 1%) et d'allaitement (1/680, 0,1%), ainsi que dans des contextes inconnus (74/680, 11%). Compte tenu des variations mineures dans la classification des contextes comportementaux dans l'ensemble des données longitudinales sur les chimpanzés, la combinaison des jeux sociaux et solitaires dans l'ensemble des données sur les enfants permet une comparaison plus appropriée avec les données sur les chimpanzés (307/680, 45 %).

### La structure de la communication gestuelle chez les enfants de 1 à 2 ans

Les enfants ont utilisé la majorité de leurs gestes de manière singly ( $n = 449/680$ , 66%) mais ont produit  $n = 99$  séquences de gestes contenant  $n = 231$  gestes. La majorité des séquences de gestes ont été produites sous forme de paires de gestes (séquences de 2 gestes,  $n = 72/150$ , 73%), mais ils ont utilisé des séquences allant jusqu'à 5 gestes sans faire de pause pour attendre la réponse. Ils ont fait preuve de persistance en cas d'échec d'un seul geste ou d'une seule séquence de gestes, en produisant des séquences de 2 à 7 gestes individuels ou des séquences de gestes entrecoupées d'attente de réponse (séquences de 2 gestes,  $n = 85$ , séquences de 3 à 9 gestes,  $n = 46$ ).

### Apparition des types et modalités de gestes chez les enfants de 1 à 2 ans et les autres singes

Le répertoire gestuel des enfants comprenait les trois modalités du geste : Silencieux-visuel  $n = 22$  (p. ex. " lever le bras ", " agiter la main "), Contact  $n = 18$  (p. ex. " attraper-tirer ", " taper ") et Audible  $n = 12$  (p. ex. " frapper l'objet/le sol ", " taper dans les mains "). Les gestes silencieux-visuels représentaient 42% des types de gestes (22/52), mais une moyenne de  $71 \pm 11\%$  de l'utilisation des gestes chez les enfants ( $n = 13$ ) ; les trois types de gestes les plus courants (comme ci-dessus, "Tendre la main", "Tendre la main" et "Lever le bras") étaient tous silencieux-visuels et représentaient ensemble près de la moitié de toute l'utilisation des gestes ( $n = 327/680$ , 48%). Les gestes de contact représentaient 35 % des types de gestes et  $19 \pm 10\%$  de l'utilisation des gestes, et les gestes audibles représentaient 23 % des types de gestes mais seulement  $10 \pm 8\%$  de l'utilisation des gestes.

Chez les chimpanzés sauvages (cas de gestes  $n = 4397$ ), les gestes silencieux-visuels représentaient 34% des types de gestes et  $42 \pm 27\%$  de l'utilisation des gestes parmi les signaleurs ( $n = 69$  ; âge 1-51 ans) ; les gestes de contact représentaient 37% des types de gestes et  $25 \pm 19\%$  de l'utilisation des gestes, et les gestes audibles représentaient 29% des types de gestes et  $34 \pm 26\%$  de l'utilisation des gestes (Hobaiter 2010).

Comme prévu, étant donné le large chevauchement des répertoires, la distribution des modalités des types de gestes n'a pas varié entre les chimpanzés et les enfants de 1 à 2 ans (Chi carré  $\chi^2 = 1,91$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0,38$ ) ; cependant, la fréquence d'utilisation des modalités des gestes a augmenté dans l'utilisation des gestes audibles et silencieux-visuels, mais pas des gestes de contact ( $n = 13$  enfants ;  $n = 50$  chimpanzés : ANOVA  $F = 16,74$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ . Tests  $t$  post-hoc planifiés ; audible :  $t_{\text{test equal variances not assumed}} = -7,03$ ,  $df = 51,9$ ,  $p < 0,001$  ; contact :  $t_{\text{test}} = -1,95$ ,  $df = 61$ ,  $p = 0,056$  ; silencieux-visuel :  $t_{\text{test equal variances not assumed}} = 8,32$ ,  $df = 36,49$ ,  $p < 0,001$ . Voir Fig. 2).

### Les gestes des enfants de 1 à 2 ans ont-ils une signification flexible ?

Nous n'avons pas suffisamment de cas d'utilisation réussie par individu pour chaque type de geste pour explorer l'utilisation flexible d'un geste spécifique vers un objectif particulier. Par conséquent, nous avons dû combiner les données de plusieurs individus. Bien que cela ait été fait dans la littérature sur les grands singes où il a été démontré que l'identité individuelle n'avait pas d'impact sur la signification du signal (par exemple Hobaiter et Byrne 2014 ; Graham et al. 2017), nous sommes prudents dans notre interprétation de l'analyse suivante car nous ne sommes pas en mesure de contrôler l'impact de l'identité individuelle.

Trente-neuf types de gestes ont été utilisés pour atteindre au moins un des dix objectifs. Neuf d'entre eux étaient impératifs : Acquérir un objet, Affiliation, Me suivre, S'éloigner, Se rapprocher, Me prendre, Jouer avec moi, Arrêter ça, Voyager avec toi, et un potentiellement déclaratif : Direct attention. 16 types de gestes ont été utilisés avec succès à 3 occasions ou plus (14 de ces 16 gestes ont été utilisés avec succès par plus d'un enfant, avec une fourchette de 1 à 12 signaleurs par type de geste,

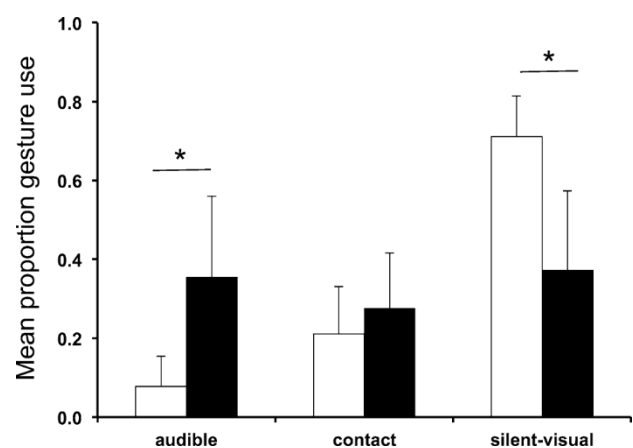


Fig. 2 Comparaison de la proportion moyenne d'utilisation des gestes selon les modalités (audible, contact et silencieux-visuel) par les chimpanzés et les enfants. Les barres blanches représentent les enfants ; les barres noires représentent les chimpanzés ; les barres d'erreur représentent l'écart-type. Des tests  $t$  planifiés ont été utilisés pour explorer les différences entre l'utilisation des modalités chez les deux espèces : \* $P < 0,0001$

moyenne =  $4,4 \pm 3,2$ ). Les gestes ont été utilisés pour obtenir une moyenne de

3.1 Les gestes ont été utilisés pour atteindre une moyenne de  $2,3 \pm 1,3$  buts (de 1 à 6 buts réussis par geste) ; cependant, 14 des 16 gestes ont été utilisés pour atteindre un but de jeu. Si l'on considère uniquement les objectifs non ludiques, les gestes ont été utilisés pour atteindre une moyenne de  $2,3 \pm 1,3$  objectifs (de 1 à 5 objectifs réussis par geste), ce qui suggère que les gestes individuels ont été utilisés de manière flexible pour atteindre différents objectifs.

## Communication référentielle

Nous avons observé  $n = 164$  gestes référentiels " dirigés vers la main " chez les 13 enfants, y compris chez les deux plus jeunes (315, 316 jours). Parmi les gestes "dirigés vers l'extérieur", la forme de l'index pointé ( $n = 119$ ) était beaucoup plus fréquente que la forme de la main entière ( $n = 45$  ; test binomial  $P < 0,0001$ ). L'utilisation référentielle des gestes a été beaucoup plus fréquemment observée chez les humains que dans une étude similaire sur les chimpanzés sauvages qui utilisait le même critère (organisé vers un tiers ou un objet spatialement distinct du destinataire, voir Méthodes : enfants  $n = 164/680$  ; chimpanzés  $n = 4/4397$  ; test exact de Fisher  $P < 0,0001$  ; données sur les chimpanzés tirées de Hobaiter et al. 2013,  $n = 2$  jeunes chimpanzés signaleurs, âge = 5 ans dans les deux cas).

## Discussion

En utilisant une approche éthologique développée pour l'étude des gestes des grands singes, nous avons constaté que les enfants de 1 à 2 ans utilisaient un large répertoire de 52 types de gestes dans des contextes intentionnels, tels que définis par des critères comportementaux objectifs (voir : Bates et al. 1975 ; Tomasello et al. 1985 ; Genty et al. 2009 ; Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b). Seuls deux types de gestes étaient spécifiques aux enfants humains de notre échantillon : La flexion du bras et le signe de la main. En outre, dans le type de geste Reach directed, la majorité (73%) des cas étaient de la forme index pointé (par rapport à la forme main entière), qui n'a pas été enregistrée dans le répertoire des grands singes sauvages (Hobaiter et al. 2013 ; Byrne et al. 2017). En revanche, 50 gestes (96%) ont été partagés entre les enfants et les autres grands singes dans notre ensemble de données, et 46 gestes (89%) entre les enfants et les chimpanzés.

Cet article est le premier à tenter de comparer le répertoire gestuel spontané des nourrissons humains à celui d'autres singes dans leur habitat naturel en utilisant une approche méthodologique directement comparable. Nos résultats rapportent à la fois les types de gestes et la fréquence à laquelle nous les avons observés dans les interactions quotidiennes. Nos sujets étaient des bébés humains dans leur deuxième année de vie, observés dans des situations d'habitat naturel : à la maison et dans une crèche. Bien que nos données représentent une démonstration de l'utilisation de gestes du répertoire typique des grands singes dans la communication par des enfants de 1 à 2 ans, la taille de notre échantillon reste faible

tant en termes de nombre d'individus que de nombre de gestes, certains types de gestes n'ayant été observés qu'à une seule occasion. Par conséquent, nous sommes prudents quant à l'interprétation de nos résultats. Une critique de la psychologie comparative a été la tendance à comparer le comportement des jeunes enfants avec celui des singes non humains de tous âges (Leavens et al. 2017). Ici, nous avons fourni une indication de l'endroit où la gestuelle des chimpanzés infantiles, juvéniles et matures varie. Nous notons, par exemple, que l'utilisation de gestes par les enfants à la suite de déplacements et de jeux semble plus similaire à l'utilisation de gestes chez les chimpanzés adultes.

Cependant, l'utilisation d'un échantillonnage de toutes les occurrences empêche une comparaison directe des taux de gestuelle dans les différents contextes. L'exploration de la communication dans l'ensemble des contextes qui requièrent son expression est essentielle pour comprendre à la fois un répertoire et son utilisation (Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Seyfarth et Cheney 2017). Compte tenu de la taille de l'échantillon et de la variation des contextes comportementaux enregistrés entre les deux populations, nous sommes limités dans notre capacité à explorer toute différence culturelle potentielle. Cependant, bien que nous ne soyons pas en mesure d'explorer l'absence de types de gestes, parmi les types de gestes enregistrés à plus de 5 occasions chez les enfants humains, 24 (80%) étaient présents à la fois dans les populations humaines et chimpanzées, ce qui ajoute du poids à l'argument selon lequel de nombreux gestes que nous avons documentés peuvent faire partie d'un répertoire universel de gestes disponibles, partagés à travers les populations humaines et chimpanzées.

les espèces de singes humains et non humains.

La présence d'un répertoire universel peut indiquer que ces gestes sont " innés " au sens traditionnel du terme (c'est-à-dire morphogénétiquement prédéterminés comme faisant partie du répertoire comportemental de tous les singes, les produits de schémas innés). Cependant, ils peuvent également être conçus comme les produits finaux émergents des contraintes évolutives et développementales au cours de l'ontogenèse (voir Bertossa 2011, pour une approche évolutive et développementale de la morphologie et du comportement). Par exemple, "Frapper l'objet" ou "Taper l'objet" peuvent être le produit final de l'interaction entre des schémas d'action manuelle flexibles communs à toutes les espèces de singes (eux-mêmes une caractéristique évolutive-développementale émergente de leur corps et de leurs schémas d'action de base) et les contraintes rencontrées dans la dynamique de l'interaction sociale, où ils sont découverts comme des actions utiles pour réguler les schémas d'interaction de base partagés par toutes les espèces de singes. Cependant, seule une fraction des schémas d'action manuelle possibles est employée comme gestes intentionnels (Hobaiter et Byrne 2017). Indépendamment de l'origine des types de gestes disponibles dans le répertoire (la "boîte à outils"), leur utilisation dans la gestuelle quotidienne ("utilisation de l'outil") - le choix du type de geste et les nuances sociales et physiques de son déploiement dans une interaction spécifique - peut être très flexible (Bard et al. 2017 ; Fröhlich et al. 2017 ; Fröhlich et Hobaiter 2018 ; Hobaiter et Byrne 2011 ; Liebal et al. 2014, 2018 ; Pika et Fröhlich 2018).

L'utilisation de séquences gestuelles par les enfants est également similaire à celle des autres grands singes. La majorité des gestes ont été produits individuellement (66% chez les enfants ; 61% chez les chimpanzés, Hobaiter et Byrne 2011). Comme chez les autres grands singes (Liebal et al. 2004 ; Genty et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2011), les humains ont produit des gestes à la fois en séquence rapide sans pause pour l'attente de la réponse, ainsi que dans des épisodes de gestes entrecoupés par l'attente de la réponse lorsque les gestes initiaux ont échoué. Enfin, les humains, comme les chimpanzés (Hobaiter et Byrne 2011), ont produit la majorité de leurs séquences de gestes sous forme de paires de gestes.

L'utilisation par les enfants des différentes modalités de gestes disponibles peut également différer légèrement de celle des chimpanzés. Sans surprise, étant donné le chevauchement apparemment important du répertoire, la distribution des types de gestes silencieux-visuels, auditifs et de contact au sein du répertoire était très similaire. Cependant, l'utilisation sélective des gestes au sein du répertoire semble varier. Ainsi, bien que les enfants et les chimpanzés utilisent plus souvent des gestes silencieux-visuels que d'autres modalités, la tendance à l'utilisation de gestes silencieux-visuels semble plus forte chez les enfants. L'utilisation de signaux appartenant au répertoire de l'espèce varie selon les contextes comportementaux dans la communication des chimpanzés (par exemple, Tomasello et al. 1985 ; Genty et al. 2009 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b ; Hobaiter et al. 2017), tout comme le vocabulaire dans le langage humain. En outre, la signalisation des primates varie en fonction des changements de l'environnement physique (Brown et Wasser 1988), qui ont un impact sur la transmission des informations visuelles et acoustiques. Par conséquent, cette asymétrie peut refléter une véritable différence d'espèce entre les gestes des humains et ceux des chimpanzés ; ou elle peut refléter des variations dans le contexte comportemental, ou dans l'environnement visuel et acoustique dans lequel les gestes ont eu lieu.

Dans cette étude, nous nous concentrons sur l'analyse des com- Les enfants de notre échantillon étaient à la limite du langage parlé et combinaient à la fois des vocalisations et des mots avec leurs gestes. Bien que nous n'ayons pas analysé les vocalisations ou les mots qui accompagnent les gestes, les enfants de notre échantillon étaient à la limite du langage parlé et combinaient à la fois des vocalisations et des mots avec leurs gestes. L'utilisation du langage parlé représente un défi pour la comparaison directe avec la communication des grands singes non humains ; cependant, avec une tranche d'âge plus large, il pourrait être productif d'explorer comment l'utilisation du répertoire gestuel change avec l'apparition et le développement du langage parlé ou signé.

Ce chevauchement apparemment important dans le répertoire et l'utilisation des gestes que nous avons observés dans notre échantillon suggère qu'avant ou au début du langage proprement dit, le répertoire gestuel des nourrissons humains est, à un certain niveau, largement partagé avec d'autres singes, et qu'ils le présentent de la même manière : avec des indications d'utilisation intentionnelle, en combinaison avec différents gestes, et de manière flexible vers plus d'un objectif spécifique. La boucle est bouclée : le critère d'intentionnalité utilisé pour décrire pour la première fois le comportement intentionnel non verbal des jeunes enfants humains (Bates et al. 1975) a fourni la méthode sur laquelle l'étude de l'utilisation intentionnelle des signaux chez les non-humains a pu s'appuyer.

Nous suggérons que ces gestes ont une longue histoire évolutive et qu'ils peuvent continuer à être présents chez les utilisateurs de langage plus âgés. Nous suggérons que ces gestes ont une longue histoire évolutive et qu'ils peuvent continuer à être présents chez les utilisateurs de langues plus âgés, aux côtés d'autres gestes qui accompagnent la parole ou de gestes conventionnels appris dans un contexte culturel (par exemple, le signe de la main pour dire au revoir, le geste du pouce levé, ou des formes de pointage spécifiques à une culture).

Les singes effectuent un certain nombre de gestes qui impliquent de toucher ou de manipuler des objets ou même le corps d'un destinataire, par exemple en jouant du tambour ou en frappant le sol (Pika et al. 2003 ; Liebal et al. 2007 ; Hobaiter et Byrne 2011a, b). Traditionnellement, ces types de gestes n'ont pas été inclus dans les descriptions de la gestuelle du nourrisson, étant plutôt classés dans la catégorie de l'utilisation fonctionnelle d'objets ou de "l'action significative" (par exemple Acredolo et Goodwyn 1988 ; Iverson et Goldin-Meadow 2005). Comme le suggèrent Iverson et al. (1994) et Capirci et al. (2005), l'exclusion de ces types de gestes conduit probablement à une sous-estimation des répertoires gestuels des nourrissons humains (voir aussi Gómez 2015). Dans cette étude, nous montrons que les bébés produisent effectivement une variété de gestes impliquant des objets et des destinataires d'une manière qui répond aux critères comportementaux de l'utilisation intentionnelle, et que ces gestes devraient être inclus dans leur répertoire gestuel. Comme dans le langage humain, certains gestes de grands singes sont associés à une seule signification, tandis que d'autres sont employés de manière flexible pour en obtenir plusieurs (j'ai mis mon argent à la *banque* ; j'ai marché le long de la *rive* jusqu'à mon bateau ; Cartmill et Byrne 2010 ; Hobaiter et Byrne 2014). Les enfants, comme les autres grands singes, semblent utiliser leurs gestes pour atteindre de manière cohérente des objectifs particuliers, certains gestes étant associés à un seul objectif et d'autres à plusieurs. La description de significations spécifiques avec des types de gestes individuels nécessite un ensemble de données substantiel ; ainsi, il reste possible que les gestes employés par les enfants dans cet ensemble de données pour atteindre un seul objectif puissent également être utilisés de manière flexible pour d'autres objectifs. Les enfants de notre échantillon ont utilisé leurs gestes de manière flexible pour atteindre environ deux objectifs par type de geste, une fois que les données relatives au jeu ont été exclues. Ces données sont remarquablement similaires à celles trouvées chez les chimpanzés qui ont utilisé leurs gestes pour une moyenne de trois objectifs, mais dont un est typiquement utilisé pour jouer (Hobaiter et Byrne 2014). Une flexibilité similaire a été observée dans d'autres études de gestes humains spécifiques - par exemple, le pointage de l'index a été observé pour atteindre une grande variété d'objectifs : demander un objet, exprimer et aligner des attitudes sur des objets et des événements, ou aider un récepteur en fournissant des informations (Liszkowski et al. 2005a, b), et peut-être (d'une manière interrogative) demander plus d'informations sur les propriétés de l'objet (Begus et Southgate 2012 ; Southgate et al. 2007).

Notre approche éthologique se concentre sur la forme et la fonction des gestes, ainsi que sur leur utilisation intentionnelle dans des contextes écologiques valables. Cette approche nous permet d'examiner comment

Les gestes sont utilisés dans les interactions quotidiennes de l'enfant, leur intentionnalité, et le répertoire complet des gestes plutôt que des types spécifiques, tels que les gestes déictiques. Bien qu'elle n'ait porté que sur deux populations, notre étude montre la faisabilité et l'importance de cette approche éthologique. L'étude du répertoire gestuel complet du nourrisson et de sa combinaison avec des mots ou des signes au fur et à mesure que le langage se met en place nécessite un ensemble de données beaucoup plus important, comprenant davantage d'individus ainsi qu'un éventail plus large de contextes de communication et de variations culturelles.

Il a été proposé que l'une des principales différences entre les gestes des primates et ceux des nourrissons est que les autres singes produisent principalement des gestes impératifs alors que les nourrissons humains produisent beaucoup, voire principalement, des gestes protodéclaratifs et informatifs (Gómez et al. 1993 ; Tomasello et Camaioni 1997, Tomasello et Herrmann 2010 ; Tomasello 2008). La recherche comparative a eu tendance à mettre en avant ces gestes protodéclaratifs prétendument exclusivement humains comme la forme de communication la plus pertinente chez les nourrissons, ce qui pourrait indiquer une divergence importante dans les mécanismes motivationnels et cognitifs qui contrôlent la communication gestuelle chez les humains. Nos résultats suggèrent que les bébés humains ne s'engagent pas préférentiellement dans la communication déclarative et que la gamme complète des types de gestes devrait être prise en compte dans les travaux comparatifs. Néanmoins, notre échantillon peut ne pas inclure des contextes dans lesquels les gestes déclaratifs sont beaucoup plus courants, par exemple le temps en tête-à-tête avec un soignant, un contexte qui inviterait à des épisodes attentionnels conjoints et à l'exploration de l'environnement ensemble (Liszkowski et Tomasello 2011 ; Liszkowski et al. 2012). Il est également possible qu'il y ait des différences culturelles significatives dans la fréquence des épisodes attentionnels conjoints et des gestes déictiques produits par et pour l'enfant dans nos deux populations. Salomo et Liszkowski (2013) ont documenté ces différences dans trois cultures différentes. À notre connaissance, il s'agit de l'une des seules études qui montre comment des formes spécifiques d'interaction et les activités quotidiennes du nourrisson influencent la fréquence et le répertoire de ses gestes - un complément indispensable aux études qui sont plus généralement menées dans un cadre de laboratoire.

Alors que notre échantillon de nourrissons âgés de 1 à 2 ans, sur les

L'absence d'asymptote dans le répertoire signifie que certains types de gestes du répertoire humain n'ont pas été pris en compte. Les recherches futures devraient étendre les observations à un plus grand nombre d'individus et prendre en compte la compréhension des gestes, ainsi que leur production. Cette technique a récemment été utilisée avec succès pour décrire plus complètement les répertoires gestuels des bonobos sauvages (Graham et al. 2017), où, par exemple, un bébé a montré qu'il comprenait un geste qui lui était adressé par un adulte et qui n'était pas encore exprimé dans son propre répertoire (par exemple, pour indiquer l'objectif de l'adulte "Grimpe sur moi !").

En résumé, nous avons rapporté des preuves initiales que notre méthodologie éthologique proposée révèle un répertoire complexe de gestes chez les nourrissons humains qui a souvent été négligé ou rapporté de manière asystématique. Nous avons observé dans notre échantillon que ce répertoire se recoupe largement avec celui décrit chez les singes non humains à l'aide des mêmes méthodes et qu'il est utilisé de manière similaire. Nous suggérons que cette méthodologie pourrait être utilisée de manière fructueuse avec des échantillons plus importants d'enfants et de populations afin d'étudier le répertoire gestuel naturel des enfants humains et d'autres singes dans une perspective comparative.

**Remerciements** Nous tenons à remercier tous les enfants et les parents qui ont participé à cette étude et soutenu notre travail, tout le personnel du Krippengruppe "Die Farbkleckse" à Göttingen, Marlen Kaufmann, Konstanze Schirmer et le groupe de recherche "Kindsköpfe" pour leur soutien, tout le personnel de la Budongo Conservation Field Station, et en particulier notre assistant de terrain Santa Atim, pour leur soutien en Ouganda, la Royal Zoological Society of Scotland, le Conseil national ougandais pour la science et la technologie, et l'Uganda Wildlife Authority pour l'autorisation de travailler sur place. Nous remercions le Dr Erica Cartmill et deux relecteurs anonymes pour leurs commentaires utiles qui ont permis d'améliorer considérablement notre manuscrit. Ce projet a été rendu possible grâce à l'aide financière généreuse du legs Baverstock au département de psychologie et de neurosciences de l'université de St Andrews.

**Libre accès** Cet article est distribué selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), qui permet l'utilisation, la distribution et la reproduction sans restriction sur n'importe quel support, à condition de mentionner les auteurs originaux et la source, de fournir un lien vers la licence Creative Commons et d'indiquer si des changements ont été apportés.

## Références

- Acredolo LP, Goodwyn SW (1985) Symbolic gesturing in language development. *Hum Dev* 28(1):40–49
- Acredolo L, Goodwyn S (1988) Symbolic gesturing in normal infants. Développement de l'enfant <https://doi.org/10.2307/1130324>
- Acredolo LP, Goodwyn SW (1990) Sign language among hearing infants : The spontaneous development of symbolic gestures. In : Volterra V, Erting CJ (eds) From gesture to language in hearing and deaf children. Springer series in language and communication, vol 27. Springer, Berlin, Heidelberg
- Ainsworth MDS (1967) *Infancy in Uganda : Infant care and the growth of love*. The John Hopkins Press, Oxford
- Armstrong DF, Stokoe WC, Wilcox SE (1994) Signes de l'origine de la syntaxe. *Curr Anthropol* 35:349–368
- Armstrong DF, Stokoe WC, Wilcox SE (1995) *Gesture and the nature of language*. Cambridge University Press, Cambridge
- Bard KA, Maguire-Herring V, Tomonaga M, Matsuzawa T (2017) The gesture 'Touch' : does meaning-making develop in chimpanzees' use of a very flexible gesture ? *Anim Cogn*. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1136-0>
- Bates E, Camaioni L, Volterra V (1975) The acquisition of performatives prior to speech. *Merrill-Palmer Q* 21:205–226
- Bates E, Benigni L, Camaioni L, Volterra V (1979) Relationships between cognition, communication, and quality of attachment. The emergence of symbols : Cognition and communication in infancy. Academic Press, New York, pp 223–269.

- Bates E, Thal D, Whitesell K, Fenson L, Oakes L (1989) Integrating language and gesture in infancy. *Dev Psychol* 25(6):1004
- Bavin EL, Prior M, Reilly S, Bretherton L, Williams J, Eadie P, Ukoumunne OC (2008) The Early Language in Victoria Study : predicting vocabulary at age one and two years from gesture and object use. *J Child Lang* 35(3):687-701
- Begus K, Southgate V (2012) Infant pointing serves an interrogative function. *Dev Sci* 15(5):611-617
- Behne T, Liszkowski U, Carpenter M, Tomasello M (2012) Twelve-month-old's comprehension and production of pointing. *Br J Dev Psychol* 30(3):359-375
- Bertossa RC (2011) Morphologie et comportement : liens fonctionnels dans le développement et l'évolution. *Phil Trans R Soc B* 366:2056-2068
- Blake J, O'Rourke P, Borzellino G (1994) Form and function in the development of pointing and reaching gestures. *Infant Behav Dev* 17(2):195-203
- Blake J, Vitale G, Osborne P, Olshansky E (2005) A cross-cultural comparison of communicative gestures in human infants during the transition to language. *Gesture* 5(1-2):201-217
- Brinck I, Gärdenfors P (2003) Co-operation and communication in apes and humans. *Mind Lang* 8(5):484-501
- Britto PR, Engle P, Alderman H (2013) Early intervention and caregiving : evidence from the Uganda Nutrition and Early Child Development program. *Child Health Educ* 1:112-133
- Brown CH, Waser PM (1988) Environmental influences on the structure of primate vocalizations. In : Todd D, Goedeke P, Symmes D (eds) *Primate vocal communication*. Springer Verlag, Berlin, pp 51-66.
- Bruce SM, Mann A, Jones C, Gavin M (2007) Gestures expressed by children who are congenitally deaf-blind : topography, rate, and function. *J Vis Impair Blind* 101(10):637
- Bruner J (1981) Le contexte social de l'acquisition du langage. *Lang Commun* 1(2-3):155-178
- Bullinger AF, Zimmermann F, Kaminski J, Tomasello M (2011) Different social motives in the gestural communication of chimpanzees and human children. *Dev Sci* 14(1):58-68
- Burling R, Armstrong DF, Blount BG, Callaghan CA, Foster ML, King BJ, Wallman J (1993) Primate calls, human language, and non-verbal communication [and comments and reply]. *Curr Anthropol* 34(1):25-53
- Butcher C (2000) 12 Gesture and the transition from one-to two-word speech : when hand and mouth come together. *Lang Gest* 2:235
- Butterworth G (2003) Le pointage est la voie royale vers le langage pour les bébés. In : Kita S (ed) *Pointing : where language, culture, and cognition meet*. Psychology Press, Hove
- Butterworth G, Morissette P (1996) Onset of pointing and the acquisition of language in infancy. *J Reprod Infant Psychol* 14(3):219-231
- Byrne RW, Cochet H (2016) Où sont passés tous les gestes (de singe) ? *Psychon Bull Rev*. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1071-0>
- Byrne RW, Cartmill E, Genty E, Graham K, Hobaiter C, Tanner J (2017) Great ape gestures. Une communication intentionnelle simple avec un riche ensemble de signaux innés. *Anim Cogn*. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1096-4>
- Call J, Tomasello M (1996) The effect of humans on the cognitive development of apes. *Reaching into thought : the minds of the great apes*. Cambridge University Press, Cambridge
- Call J, Tomasello M (2007) Comparing the gestures of apes and monkeys. In : Call J, Tomasello M (eds) *The gestural communication of apes and monkeys*. Taylor & Francis Group/Lawrence Erlbaum Associates, New York.
- Camaioni L, Perucchini P, Bellagamba F, Colonesi C (2004) The role of declarative pointing in developing a theory of mind. *Infancy* 5(3):291-308
- Capirci O, Volterra V (2008) Gesture and speech : L'émergence et le développement d'un partenariat fort et changeant. *Gest (Amst)* 8(1):22-44
- Capirci O, Iverson JM, Pizzuto E, Volterra V (1996) Gestures and words during the transition to two-word speech. *J Child Lang* 23(3):645-673
- Capirci O, Montanari S, Volterra V (1998) Gestures, signs, and words in early language development. *New Dir Child Adolesc Dev* 1998(79):45-60
- Capirci O, Caselli MC, Iverson JM, Pizzuto E, Volterra V (2002) Gesture and the nature of language in infancy : the role of gesture as a transitional device en route to two-word speech. In : Armstrong DF, Karchmer MA, Van Cleve JV (eds) *The study of signed languages : Essays in honor of William C. Stokoe*. Gallaudet University Press, Washington DC, pp 213-246.
- Capirci O, Contaldo A, Caselli MC, Volterra V (2005) From action to language through gesture : a longitudinal perspective. *Gest (Amst)* 5(1):155-177
- Carpenter M, Nagell K, Tomasello M, Butterworth G, Moore C (1998) Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monogr Soc Res Child Dev* 63(4):i-vi
- Cartmill EA, Byrne RW (2007) Orangutans modify their gestural signaling according to their audience's comprehension. *Curr Biol* 17:1345-1348
- Cartmill EA, Byrne RW (2010) Semantics of primate gestures : intentional meanings of orangutan gestures. *Anim Cognit* 13(6):793-804
- Cartmill EA, Beilock S, Goldin-Meadow S (2011) A word in the hand : action, gesture and mental representation in humans and non-human primates. *Philos Trans R Soc B* 367(1585):129-143
- Caselli MC (1983) Communication to language : Deaf children's and hearing children's development compared. *Sign Lang Stud* 39(1):113-144
- Caselli MC (1990) Communicative gestures and first words. From gesture to language in hearing and deaf children. Springer, London
- Cheney D, Seyfarth RM (1990) Attention to behaviour versus attending to knowledge : examining monkeys' attribution of mental states. *Anim Behav* 40:742-753
- Cochet H, Vauclair J (2010) Gestes de pointage produits par les tout-petits de 15 à 30 mois : Différentes fonctions, formes de mains et modèles de latéralité. *Infant Behav Dev* 33(4):431-441
- Colonesi C, Stams GJJ, Koster I, Noom MJ (2010) The relationship between pointing and language development : a meta-analysis. *Dev Rev* 30(4):352-366
- Corballis MC (1992) Sur l'évolution du langage et la générativité. *Cognition* 44(3):197-226
- Corballis MC (2002) *De la main à la bouche : les origines du langage*. Princeton University Press, Princeton
- Corballis MC (2003) From mouth to hand : gesture, speech, and the evolution of right-handedness. *Behav Brain Sci* 26:199-260
- Crockford C, Wittig RM, Mundry R, Zuberbühler K (2012) Wild chimpanzees informate ignorant group members of danger. *Curr Biol* 22(2):142-146
- Crockford C, Wittig RM, Zuberbühler K (2017) Vocalizing in chimpanzees is influenced by social-cognitive processes. *Sci Adv* 3(11):e1701742
- Deacon TW (1989) The neural circuitry underlying primate calls and human language. *Human Evol* 4(5):367-401
- deJong PJ (1999) Communicative and remedial effects of social blushing. *J Nonverb Behav* 23:197-217



- Dobrich W, Scarborough HS (1984) Form and function in early communication : language and pointing gestures. *J Exp Child Psychol* 38(3):475-490
- Dunbar RI (2003) L'origine et l'évolution ultérieure du langage. In : Christiansen MH, Kirby S *Studies in the evolution of language* 3. Oxford University Press, Oxford, pp 219-234
- Fedurek P, Slocombe KE (2011) Primate vocal communication : a useful tool for understanding human speech and language evolution ? *Hum Biol* 83(2):153-173
- Fitch WT (2000) The evolution of speech : a comparative review (L'évolution de la parole : un examen comparatif). *Trends Cogn Sci* 4(7):258-267
- Fitch WT (2005) The evolution of language : a comparative review. *Biol Philosophy* 20(2-3):193-203
- Franco F, Butterworth G (1991) Infant pointing : prelinguistic reference and co-reference. Document présenté à la réunion biennale de la Society for Research in Child Development, Seattle. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED332824.pdf>. Consulté le 15 janvier 2018
- Franco F, Butterworth G (1996) Pointing and social awareness : declaring and requesting in the second year. *J Child Lang* 23(2):307-336
- Fröhlich M, Hobaiter C (sous presse) The development of gestural communication in great apes. *Behav Ecol Sociobiol*
- Fröhlich M, Wittig RM, Pika S (2016) Play-solicitation gestures in chimpanzees in the wild : flexible adjustment to social circumstances and individual matrices. *R Soc Open Sci* 3(8):160278
- Fröhlich M, Müller G, Zeiträg C, Wittig RW, Pika S (2017) Gestural development of chimpanzees in the wild : L'impact de l'expérience interactionnelle. *Anim Behav*. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.12.018>
- Genty E, Byrne RW (2010) Pourquoi les gorilles font-ils des séquences de gestes ? *Anim Cognit* 13(2):287-301
- Genty E, Breuer T, Hobaiter C, Byrne RW (2009) Gestural communication of the gorilla (*Gorilla gorilla*) : repertoire, intentionality and possible origins. *Anim Cognit* 12(3):527-546
- Gibson KR (2012) Language or protolanguage ? Une revue de la littérature sur le langage des singes. In : Tallerman M, Gibson KR (eds) *The Oxford handbook of language evolution*. Oxford University Press, Oxford, pp 46-58
- Gillespie-Lynch K, Greenfield PM, Lyn H, Savage-Rumbaugh S (2014) Gestural and symbolic development among apes and humans : support for a multimodal theory of language evolution. *Front Psychol*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01228>
- Gluga T, Csibra G (2009) One-year-old infants appreciate the referential nature of deictic gestures and words. *Psychol Sci* 20(3):347-353
- Goldin-Meadow S (1993) Quand le geste devient-il langage ? Une étude de la gestuelle utilisée comme système de communication primaire par des enfants sourds de parents entendants. In : Gibson KR, Gibson KR, Ingold T (eds) *Tools, language and cognition in human evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 63-85.
- Goldin-Meadow S (1999) Le rôle du geste dans la communication et la pensée. *Trends Cogn Sci* 3(11):419-429
- Goldin-Meadow S (2002) Construire la communication à la main. *Cog Dev* 17(3):1385-1405
- Goldin-Meadow S (2005) The resilience of language : what gesture creation in deaf children can tell us about how all children learn language. Psychology Press, New York
- Goldin-Meadow S (2007) Pointing sets the stage for learning language and creating language. *Child Dev* 78(3):741-745
- Goldin-Meadow S, Alibali M (2013) Gestures role in learning and development. In : Zelazo PD (ed) *The Oxford handbook of developmental psychology*, vol 1. Oxford University Press, Oxford, pp 953-972.
- Goldin-Meadow S, Feldman H (1977) The development of language-like communication without a language model. *Science* 197(4301):401-403
- Goldin-Meadow S, Feldman H (1975) The creation of a communication system : a study of deaf children of hearing parents. *Sign Lang Stud* 8(1):225-233
- Golinkoff RM (1986) 'I beg your pardon?' : the preverbal negotiation of failed messages. *J Child Lang* 13(03):455-457
- Gómez JC (2007) Pointing behaviors in apes and human infants : a balanced interpretation. *Child Dev* 78(3):729-734
- Gómez JC (2015) Hand leading and hand taking gestures in autism and typically developing children. *J Autism Dev Disord* 45:68. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2305-5>
- Gómez JC, Sarriá E, Tamarit J (1993) The comparative study of early communication and theories of mind : ontogeny, phylogeny and pathology. In : Baron-Cohen S, Tager-Flusberg H, Cohen D (eds) *Understanding other minds : perspectives from autism*. Oxford University Press, Oxford
- Goodwyn SW, Acredolo LP (1998) Encouraging symbolic gestures : a new perspective on the relationship between gesture and speech. *New Dir Child Adolesc Dev* 1998(79):61-73
- Goodwyn SW, Acredolo LP, Brown CA (2000) Impact of symbolic gesturing on early language development. *J Nonverbal Behav* 24(2):81-103
- Goot MH, Tomasello M, Liszkowski U (2014) Differences in the nonverbal requests of great apes and human infants. *Child Dev* 85(2):444-455
- Graham KE, Furuichi T, Byrne RW (2017) Le répertoire gestuel du bonobo sauvage (*Pan paniscus*) : un système de communication mutuellement compris. *Anim Cognit* 20:171-177
- Graham KE, Hobaiter C, Ounsley J, Furuichi T, Byrne RW (2018) Bonobo and chimpanzee gestures overlap extensively in meaning. *PLoS Biol* 16(2):e2004825
- Gregory M, Carroll S (1978) *Language and situation : language varieties and their social contexts*. Routledge, Londres
- Halliday MAK (1975) *Learning how to mean-explorations in the development of language*. Cambridge University Press, Cambridge
- Harris M, Barlow-Brown F, Chasin J (1995) The emergence of referential understanding : pointing and the comprehension of object names. *First Lang* 15(1):19-34
- Henrich J (2015) Culture et comportement social. *Curr Opin Behav Sci* 3:84-89
- Henrich J, Heine SJ, Norenzayan A (2010a) Most people are not WEIRD. *Nature* 466(7302):29-29
- Henrich J, Heine SJ, Norenzayan A (2010b) Beyond WEIRD : towards a broad-based behavioral science. *Behav Brain Sci* 33(2-3):111-135
- Hepper PG, Wells DL (2010) Individually identifiable body odors are produced by the gorilla and discriminated by humans. *Chem Senses* 35:263-268
- Hewes GW, Andrew RJ, Carini L, Choe H, Gardner RA, Kortlandt A, Krantz GS, McBride G, Nottebohm F, Pfeiffer J, Rumbaugh DG (1973) Primate communication and the gestural origin of language [and comments and reply]. *Curr Anthropol* 14(1/2):5-24
- Hobaiter C (2010) Gestural communication in wild chimpanzees. *Thèse de doctorat, Université de St Andrews*
- Hobaiter C, Byrne RW (2011a) Le répertoire gestuel du chimpanzé sauvage. *Anim Cognit* 14(5):745-767
- Hobaiter C, Byrne RW (2011b) Serial gesturing by wild chimpanzees : its nature and function for communication. *Anim Cognit* 14(6):827-838
- Hobaiter C, Byrne RW (2013) Latéralité dans la communication gestuelle des chimpanzés sauvages. *Ann N Y Acad Sci* 1288(1):9-16
- Hobaiter C, Byrne RW (2014) The meanings of chimpanzee gestures. *Curr Biol* 24(14):1596-1600
- Hobaiter C, Byrne RW (2017) Qu'est-ce qu'un geste ? Une approche basée sur le sens pour définir les répertoires gestuels. *Neuro Biobehav Rev* 82:3-12

- Hobaiter C, Leaves DA, Byrne RW (2013) Deictic gesturing in wild chimpanzees (*Pan troglodytes*)? Some possible cases. *J Comp Psychol*. <https://doi.org/10.1037/a0033757>
- Hobaiter C, Byrne RW, Zuberbühler K (2017) Wild chimpanzees' use of single and combined vocal and gestural signals. *Behav Ecol Sociobiol* 71(6):96
- Howard LH, Carrazza C, Woodward AL (2014) Neighbourhood linguistic diversity predicts infants' social learning. *Cognition* 133(2):474-479
- Hwang KK (2013) Linking science to culture : challenge to psychologists. *Soc Epistemol* 27(1):105-122
- Iverson JM, Goldin-Meadow S (1997) What's communication got to do with it? Gesture in children blind from birth. *Dev Psychol* 33(3):453-467
- Iverson JM, Goldin-Meadow S (2005) Gesture paves the way for language development. *Psychol Sci* 16(5):367-371
- Iverson J, Thal D, Wetherby A, Warren S, Reichle J (1998) Communicative transitions : there's more to the hand than meets the eye. *Transitions Prelinguistic Commun* 7:59-86
- Iverson JM, Thelen E (1999) Hand, mouth and brain. *L'émergence dynamique de la parole et du geste*. *J Conscious Stud* 6(11-12):19-40
- Iverson JM, Capirci O, Caselli MC (1994) From communication to language in two modalities. *Cognit Dev* 9(1):23-43
- Iverson JM, Tencer HL, Lany J, Goldin-Meadow S (2000) The relationship between gesture and speech in congenitally blind and sighted language-learners. *J Nonverbal Behav* 24(2):105-130
- Kärtner J, Keller H, Yovsi RD (2010) Mother-infant interaction during the first 3 months : L'émergence de modèles de contingence spécifiques à la culture. *Child Dev* 81(2):540-554
- Keller H, Kärtner J (2013) *Advances in culture and psychology*. Oxford University Press, Oxford
- Keller H, Kärtner J, Borke J, Yovsi R, Kleis A (2016) Parenting styles and the development of the categorical self : a longitudinal study on mirror self-recognition in Cameroonian Nso and German families. *Int J Behav Dev* 29(6):496-504
- Kelly SD, Manning SM, Rodak S (2008) Gesture gives a hand to language and learning : perspectives from cognitive neuroscience, developmental psychology and education. *Lang Linguist Com-pass* 2(4):569-588
- Kendon A (2004) *Gesture : visible action as utterance*. Cambridge University Press, Cambridge
- Kersken V, Zuberbühler K, Gomez JC (2017) Listeners can extract meaning from non-linguistic infant vocalisations cross-culturally. *Sci Rep*. <https://doi.org/10.1038/srep41016>
- Kita S (2003a) Pointing : a foundational building block of human communication. In : Kita S (ed) *Pointing : Where language, culture, and cognition meet*. Psychology Press, Hove, pp 1-8
- Kita S (2003b) *Pointing : where language, culture, and cognition meet*. Psychology Press, Hove
- Kita S (2009) Cross-cultural variation of speech-accompanying gesture : a review. *Lang Cogn Process* 24(2):145-167
- Kita S, Özyürek A, Allen S et al (2007) Relations between syntactic encoding and co-speech gestures : Implications pour un modèle de production de la parole et du geste. *Lang Cogn Process* 22(8):1212-1236
- Krause MA (1997) Comparative perspectives on pointing and joint attention in children and apes. *Int J Comp Psychol* 10(3):137-157
- Ladygina-Kohts NN (1935) *Infant ape and human child*. Oxford University Press, New York
- Langergraber KE, Prüfer K, Rowney C et al (2012) Generation times in wild chimpanzees and gorillas suggest early divergence times in great ape and human evolution. *Proc Nat Acad Sci USA* 109:15716-15721
- Leavens DL, Hopkins WD (1998) Intentional communication by chimpanzees : a cross-sectional study of the use of referential gestures. *Dev Psychol* 34:813-822
- Leavens DA, Hopkins WD (1999) The whole-hand point : the structure and function of pointing from a comparative perspective. *J Comp Psychol* 113(4):417
- Leavens DL, Russell JL, Hopkins WD (2005a) Intentionality as measured in the persistence and elaboration of communication by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Child Dev* 76:291-376
- Leavens DL, Hopkins WD, Bard KA (2005b) Understanding the point of chimpanzee pointing. *Curr Dir Psychol Sci* 14:185-189
- Leavens DA, Bard KA, Hopkins WD (2017) The mismeasure of ape social cognition. *Anim Cognit*. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1119-1>
- Lederberg AR, Everhart VS (1998) Communication between deaf children and their hearing mothers : the role of language, gesture, and vocalizations. *J Speech Lang Hear Res* 41(4):887-899
- Legerstee M, Barillas Y (2003) Sharing attention and pointing to objects at 12 months : is the intentional stance implied? *Cognit Dev* 18(1):91-110
- Lenneberg EH (1968) *The biological basis of language*. Wiley, New York
- Leung EH, Rheingold HL (1981) Development of pointing as a social gesture. *Dev Psychol* 17(2):215-220
- Liebal K, Call J, Tomasello M (2004) Use of gesture sequences in chimpanzees. *Am J Primatol* 64(4):377-396
- Liebal K, Pika S, Tomasello M (2006) Gestural communication of orangutans (*Pongo pygmaeus*). *Gest (Amst)* 6(1):1-36
- Liebal K, Müller C, Pika S (2007) *Gestural communication in nonhuman and human primates*, vol 10. John Benjamins Publishing, Amsterdam
- Liebal K, Waller BM, Burrows AM, Slocombe KE (2014) *Primate communication : a multimodal approach*. Cambridge University Press, Cambridge
- Liebal K, Schneider C, Errson-Lembeck M (2018) How primates acquire their gestures : evaluating current theories and evidence. *Anim Cognit*. <https://doi.org/10.1007/s10071-018-1187-x>
- Liszkowski U (2005) Human twelve-month-old points cooperatively to share interest with and helping provide information for a communicative partner. *Gest (Amst)* 5(1):135-154
- Liszkowski U (2008) Before L1 : a differentiated perspective on infant gestures. *Gest (Amst)* 8(2):180-196
- Liszkowski U (2010) Deictic and other gestures in infancy. *Acción psicológica* 7(2):21-33. <https://doi.org/10.5944/ap.7.2.212>
- Liszkowski U, Tomasello M (2011) Individual differences in social, aspects cognitifs et morphologiques du pointage chez le nourrisson. *Cogn Dev* 26(1):16-29
- Liszkowski U, Carpenter M, Henning A, Striano T, Tomasello M (2004) Twelve-month-old point to share attention and interest. *Dev Sci* 7(3):297-307
- Liszkowski U, Carpenter M, Striano T, Tomasello M (2006) 12- and 18-month-olds point to provide information for others. *J Cogn Dev* 7(2):173-187
- Liszkowski U, Carpenter M, Tomasello M (2007) Reference and attitude in infant pointing. *J Child Lang* 34(1):1
- Liszkowski U, Schäfer M, Carpenter M, Tomasello M (2009) Prelinguistic infants, but not chimpanzees, communicate about absent entities. *Psychol Sci* 20(5):654-660
- Liszkowski U, Brown P, Callaghan T, Takada A, de Vos C (2012) A prelinguistic gestural universal of human communication. *Cogn Sci* 36(4):698-713
- Lock A (1980) *The guided re-invention of language*. Academic Press, Londres

- Lock A, Zukow-Goldring (2010) Communication préverbale. In : Bremner JG, Wachs TD (eds) The Wiley-Blackwell handbook of infant development, vol 1, 2nd edn. Wiley, Oxford, pp 345-364
- Lyn H, Russell JL, Hopkins WD (2010) L'impact de l'environnement sur la compréhension de la communication déclarative chez les singes. *Psychological Sci* 21(3):360-365
- Marler P (1961) L'analyse logique de la communication animale. *J Theor Biol* 1:295-317
- Matsumoto MD, Hwang HC, Frank MG (2016) APA handbook of nonverbal communication. American Psychological Association, Washington DC
- Miles HL (1983) Les singes et le langage : The search for communicative competence. In : Luce J, Wilder HT (eds) Language in primates. Springer, Berlin, pp 43-61
- Moore R (2016) Meaning and ostension in great ape gestural communication. *Anim Cogn* 19(1):223-231
- Moore V, McConachie H (1994) Communication between blind and severely visually impaired children and their parents. *Br J Dev Psychol* 12(4):491-502
- Morford M, Goldin-Meadow S (1992) Comprehension and production of gesture in combination with speech in one-word speakers. *J Child Lang* 19(3):559-580
- Morris D (1994) Bodytalk : the meaning of human gestures. Crown Publishers, New York
- Murphy CM (1978) Pointing in the context of a shared activity. *Child Dev* 49(2):371-380
- Özçalışkan Ş, Goldin-Meadow S (2005) Gesture is at the cutting edge of early language development. *Cognition* 96(3):B101-B113
- Pien D (1984) The development of language functions in deaf infants of hearing parents. In : Martin DS (ed) International symposium on cognition, education, and deafness, working papers volumes I and II, Washington DC
- Pika S (2008) Gestures of apes and pre-linguistic human children : Similaires ou différents ? *First Lang* 28(2):116-140
- Pika S, Fröhlich M (2018) Acquisition gestuelle chez les grands singes : l'hypothèse de la négociation sociale. *Anim Cogn*. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1159-6>
- Pika S, Liebal K, Tomasello M (2003) Gestural communication in young gorillas (*Gorilla gorilla*) : gestural repertoire, learning, and use. *Am J Primatol* 60(3):95-111
- Pika S, Liebal K, Call J, Tomasello M (2005) Gestural communication of apes. *Gesture (Amst)* 5(1):41-56
- Pika S, Nicoladis E, Marentette PF (2006) A cross-cultural study on the use of gestures : evidence for cross-linguistic transfer ? *Biling Lang Cogn* 9(3):319-327
- Pinker S (2003) Language as an adaptation to the cognitive niche (Le langage en tant qu'adaptation à la niche cognitive). In : Kirby S, Christiansen M (eds) Language evolution : states of the art. Oxford University Press, New York, pp 16-37.
- Plooij FX (1978) Quelques traits fondamentaux du langage chez les chimpanzés sauvages. In : Lock A (ed) Action, gesture and symbol : the emergence of language. Academic Press, Londres
- Pollick AS, De Waal FB (2007) Ape gestures and language evolution. *Proc Nat Acad Sci USA* 104(19):8184-8189
- Povinelli DJ, Reaux JE, Bierschwale DT, Allain AD, Simon BB (1997) Exploitation of pointing as a referential gesture in young children, but not adolescent chimpanzees. *Cognit Dev* 12(4):423-461
- Preisler GM (1995) The development of communication in blind and in deaf infants-similarities and differences. *Child Care Health Dev* 21(2):79-110
- Premack D (1971) Le langage chez le chimpanzé. *Science* 172(3985):808-822
- Premack AJ, Premack (1972) Enseigner le langage à un singe. *Sci Am* 227(4):92-99
- Rabain-Jamin J, Maynard AE, Greenfield P (2003) Implications of sibling caregiving for sibling relations and teaching interactions in two cultures. *Ethos* 31(2):204-231
- Roberts AI, Vick SJ, Buchanan-Smith HM (2012) Usage and comprehension of manual gestures in wild chimpanzees. *Anim Behav* 84(2):459-470
- Robinslaw HM (1996) The pattern of development from non-communicative behaviour to language by hearing impaired and hearing infants. *Br J Audiol* 30(3):177-198
- Rowe ML, Goldin-Meadow S (2009) Early gesture selectively predicts later language learning. *Dev Sci* 12(1):182-187
- Rowe ML, Özçalışkan Ş, Goldin-Meadow S (2008) Learning words by hand : Le rôle du geste dans la prédiction du développement du vocabulaire. *First Lang* 28(2):182-199
- Salomo D, Liszkowski U (2013) Sociocultural settings influence the emergence of prelinguistic deictic gestures. *Child Dev* 84(4):1296-1307
- Sandler W, Meir I, Padden C, Aronoff M (2005) The emergence of grammar : systematic structure in a new language. *Proc Natl Acad Sci USA* 102(7):2661-2665
- Savage-Rumbaugh ES (1988) A new look at ape language : comprehension of vocal speech and syntax. In : Leger D (ed) Comparative perspectives in modern psychology. Nebraska symposium on motivation, vol 35. University of Nebraska Press, Lincoln, pp 201-256.
- Savage-Rumbaugh ES, Murphy J, Sevcik RA et al (1993) Language comprehension in ape and child. *Monogr Soc Res Child Dev* 58(3/4):i-252
- Schel AM, Townsend SW, Machanda Z, Zuberbühler K, Slocombe KE (2013) Chimpanzee alarm call production meets key criteria for intentionality. *PLoS One* 8(10):e76674
- Schieffelin BB, Ochs E (1986) Language socialization. *Annu Rev Anthropol* 15(1):163-191
- Scott NM, Pika S (2012) A call for conformity : gesture studies in human and non-human primates. In : Pika S, Liebal K (eds) Developments in primate gesture research. John Benjamins Publishing, Amsterdam, pp 147-164.
- Scott-Phillips TC (2010) L'évolution de la communication : Humans may be exceptional. *Interact Stud* 11(1):78-99
- Scott-Phillips TC (2015) Meaning in animal and human communication. *Anim Cogn* 18(3):801-805
- Scott-Phillips TC (2016) Meaning in great ape communication : summarising the debate. *Anim Cogn* 19(1):233-238
- Scott-Phillips TC, Cartmill EA, Crockford C et al (2015) Nonhuman primate communication, pragmatics, and the origins of language. *Curr Anthropol* 56(1):000-000
- Senghas A, Coppola M (2001) Children creating language : how Nicaraguan Sign Language acquired a spatial grammar. *Psychol Sci* 12(4):323-328
- Senghas A, Kita S, Özyürek A (2004) Children creating core properties of language : evidence from an emerging sign language in Nicaragua. *Science* 305(5691):1779-1782
- Seyfarth RM, Cheney DL (2002) Signalers and receivers in animal communication. *Ann Rev Psychol* 54:145-173
- Seyfarth RM, Cheney DL (2008) Primate social knowledge and the origins of language. *Mind Soc* 7(1):129-142
- Seyfarth RM, Cheney DL (2017) L'origine du sens dans les signaux animaux. *Anim Behav* 124:339-346
- Shneidman L, Gaskins S, Woodward AL (2016) Child-directed teaching and social learning at 18 months of age : evidence from Yucatec Mayan and US infants. *Dev Sci* 19(3):372-381
- Singh D, Bronstad PM (2001) Female body odour is a potential cue to ovulation. *Proc R Soc B: Biol Sci* 268:797-801
- Snowdon CT (1990) Language capacities of nonhuman animals. *Am J Phys Anthropol* 33(S11):215-243

- Southgate V, Van Maanen C, Csibra G (2007) Infant pointing : communication to cooperate or communication to learn ? *Child Dev* 78(3):735-740
- Spencer PE (1993) Communication behaviors of infants with hearing loss and their hearing mothers. *J Speech Lang Hear Res* 36(2):311-321
- Tanner JE, Byrne RW (1993) Concealing facial evidence of mood : perspective-taking in a captive gorilla ? *Primates* 34(4):451-457
- Tomasello M (2007) If they're so good at grammar, then why don't they talk ? L'utilisation des gestes par les singes et les humains. *Lang Learn Dev* 3(2):133-156
- Tomasello M (2008) Why don't apes point ? *TiLSM* 197:375
- Tomasello M (2010) *Origins of human communication*. MIT press, Cambridge (en anglais)
- Tomasello M, Camaioni L (1997) A comparison of the gestural communication of apes and human infants. *Hum Dev* 40(1):7-24
- Tomasello M, Herrmann E (2010) Cognition simienne et humaine : quelle est la différence ? *Curr Dir Psychol Sci* 19(1):3-8
- Tomasello M, Zuberbühler K (2002) Primate vocal and gestural communication. In : Bekoff M, Allen C, Burghardt GM (eds) *The cognitive animal : empirical and theoretical perspectives on animal cognition*. MIT Press, Cambridge, pp 293-299
- Tomasello M, George BL, Kruger AC, Jeffrey M, Evans A (1985) The development of gestural communication in young chimpanzees. *J Hum Evol* 14(2):175-186
- Tomasello M, Carpenter M, Liszkowski U (2007) A new look at infant pointing. *Child Dev* 78(3):705-722
- Van Hoof JARAM (1967) The facial displays of the catarrhine monkeys and apes. In : Morris D (ed) *Primate ethology*. Aldine, Chicago pp 7-68
- van Lawick-Goodall J (1972) A preliminary report on expressive movements and communication in the Gombe stream chimpanzees. Dolhinow P (ed). *Primate Patterns*, Hold, Rinehart & Winston Inc, New York, pp 25-85.
- Volterra V (1981) Gestures, signs, & words at two years : when does communication become language ? *Sign Lang Stud* 33(1):351-362
- Volterra V, Caselli MC, Capirci O, Pizzuto E (2005) Gesture and the emergence and development of language. In : Tomasello M, Slobin DI (eds) *Beyond nature-nurture : essays in honor of Elizabeth Bates*. Wiley, Londres, pp 3-40
- Volterra V, Iverson JM, Castrataro M (2006) The development of gesture in hearing and deaf children. In : Schick B, Marschak M, Spencer PE (eds) *Advances in the sign language development of deaf children*. Oxford University Press, Toronto, pp 46-69
- Zuberbühler K, Gomez JC (2018) Primate intentional communication. In : *Encyclopédie internationale d'anthropologie*, Wiley, Londres. <https://doi.org/10.1002/9781118924396>