

Révision



Citez cet article : Graham KE, Wilke C, Lahiff NJ, Slocombe KE. 2019 Scratching beneath the surface : intentionality in great ape signal production (gratter sous la surface : intentionnalité dans la production de signaux des grands singes). *Phil. Trans. R. Soc. B* 375 : 20180403.
<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2018.0403> Accepté : 9

juin 2019

Une contribution de 15 personnes à un thème intitulé "Que peut nous apprendre la communication animale sur le langage humain ?"

Domaines d'activité :
comportement, cognition

Mots-clés :
communication intentionnelle, production de signaux, vocalisations, gestes, évolution du langage

Auteur de la correspondance :
Katie E. Slocombe
e-mail : katie.slocombe@york.ac.uk

Gratter sous la surface – l'intentionnalité dans la production de signaux chez les grands singes

Kirsty E. Graham, Claudia Wilke, Nicole J. Lahiff et Katie E. Slocombe

Département de psychologie, Université de York, York YO10 5DD, Royaume-Uni

KES, 0000-0002-7310-1887

Bien que d'importantes similitudes aient été constatées entre les systèmes de communication des humains et des animaux, il est surprenant de constater que peu d'efforts de recherche ont été consacrés à la question de savoir si les mécanismes cognitifs qui sous-tendent ces comportements sont également similaires. En particulier, la question de savoir si la production de signaux est le résultat de processus réflexifs ou si elle peut être qualifiée d'intentionnelle est très controversée. Nous évaluons ici de manière critique les critères utilisés pour identifier les signaux produits avec différents degrés d'intentionnalité, et discutons des tentatives récentes d'appliquer ces critères aux signaux communicatifs vocaux, gestuels et multimodaux des grands singes et d'espèces plus lointainement apparentées. Enfin, nous décrivons les outils de recherche nécessaires, tels que les mesures de l'éveil validées physiologiquement, et les preuves empiriques qui, selon nous, permettraient de faire avancer le débat et d'élucider les origines évolutives de la communication intentionnelle chez l'homme.

Cet article fait partie du numéro thématique "Que peut nous apprendre la communication animale sur le langage humain ?"

1. Introduction

L'évolution du langage reste l'une des plus grandes énigmes non résolues des origines humaines. La complexité du langage humain dépasse de loin celle des systèmes de communication de toutes les autres espèces de primates. Cependant, nous sommes loin d'en savoir assez sur les fondements cognitifs de la communication non humaine pour déterminer ce qui a changé chez nos premiers ancêtres hominés. Comme le comportement ne se fossilise pas, il est impératif de s'inspirer du comportement d'autres espèces et d'adopter une approche comparative dans l'étude de l'évolution du langage. Au cours des dernières décennies, l'attention croissante portée à la communication chez les grands singes non humains, les singes et les espèces plus lointainement apparentées a commencé à révéler une variété de capacités communes.

L'étude du comportement animal considère depuis longtemps les espèces non humaines comme des "automates", des machines qui reçoivent des informations de leur environnement et produisent automatiquement un résultat. Les données sensorielles entrent dans la boîte noire et le comportement en sort. Pour de nombreuses recherches, cette approche est tout à fait adéquate, mais en psychologie comparée, la question devrait être "que se passe-t-il à l'intérieur de la boîte noire" [1]. Pour comprendre l'évolution du langage, les chercheurs doivent poser des questions sur les capacités cognitives impliquées dans la communication d'autres espèces. C'est un véritable défi, et c'est pourquoi de nombreuses études sur la communication animale se concentrent sur la description des signaux et des séquences de signaux qui sont produits à un niveau purement comportemental. L'un des dangers de cette approche est que le comportement des non-humains et des humains peut sembler similaire, mais si la similitude de surface du comportement est sous-tendue par des processus cognitifs très différents, il se peut qu'ils ne nous apprennent pas grand-chose sur la façon dont le langage humain a évolué [2]. Nous devons commencer à gratter sous la surface et poser des questions sur la cognition qui sous-tend la production de signaux. L'une des premières questions qui se posent lorsque nous commençons à regarder plus en profondeur est de savoir si les signaux sont produits intentionnellement chez les non-humains.

Le langage humain est intentionnel - nous ne produisons pas des phrases en réponse automatique à des stimuli, mais nous avons l'intention de modifier le comportement ou l'état mental d'autres individus [3,4]. L'intentionnalité est un concept difficile à définir et à mettre en œuvre.

Les chercheurs qui étudient les signaux gestuels, vocaux et faciaux ont relevé ce défi de différentes manières. Nous commençons donc cet article de synthèse en proposant quelques définitions de la production de signaux intentionnels et en décrivant les critères les plus couramment utilisés pour identifier la communication intentionnelle chez d'autres espèces. Nous donnons ensuite un aperçu des preuves de communication intentionnelle chez les primates non humains et d'autres espèces plus éloignées. Ensuite, nous critiquons les approches actuelles d'évaluation de la communication intentionnelle en discutant (i) de l'incohérence dans l'application des critères d'intentionnalité ; et (ii) de l'importance de la communication intentionnelle dans l'évaluation de la communication.

(ii) la validité des critères eux-mêmes. Enfin, nous suggérons des orientations futures pour la recherche, notamment la nécessité de disposer de mesures comportementales de l'excitation validées sur le plan physiologique, et les avantages potentiels d'un recentrage de l'attention sur les évaluations expérimentales de l'intentionnalité de second ordre. Traditionnellement, les chercheurs de différentes espèces et de différents systèmes de communication ont eu tendance à aborder des problèmes similaires sous des angles différents. Notre objectif est de rassembler les approches de la recherche sur les vocalisations, les gestes et les expressions faciales, à travers un certain nombre d'espèces, et de proposer des pistes pour l'étude de l'intentionnalité dans la communication non-humaine.

2. Définir la communication intentionnelle

Tout d'abord, nous sommes confrontés au problème de la définition de la communication intentionnelle d'une manière qui puisse être opérationnalisée et testée chez les espèces non verbales. La diversité des définitions de la production intentionnelle de signaux a entravé la progression de nos connaissances dans ce domaine. Le terme "intentionnalité" a été introduit en philosophie par Franz Brentano, en référence à des énigmes de représentation, reliant les philosophies de l'esprit et du langage [5]. Brentano pensait que l'intentionnalité était une propriété prédominante dans tous les états mentaux, des croyances et des espoirs à l'amour et à la haine, et qu'elle concernait toujours une cible, une propriété ou un fait spécifique (réel ou imaginaire) ou s'y référerait. La thèse de Brentano suggère notamment que l'intentionnalité *n'est qu'un* phénomène mental et qu'elle ne peut exister dans des constructions non mentales telles que les phrases des langues naturelles. Cependant, Searle [6] et Grice [4,7] ont réinterprété l'intentionnalité telle qu'elle pourrait s'appliquer aux actions et à la communication, dépassant ainsi la formulation originale de Brentano. Les premières conceptions de Grice sur la signalisation intentionnelle nécessitent une métareprésentation sophistiquée de la part du destinataire et du signaleur [4,7,8]. Il a proposé que lors de la production d'un signal intentionnel, il soit explicitement clair que le signaleur communique *quelque chose* au destinataire (également connu sous le nom d'ostension), et que le fait que le signal soit communicatif soit mutuellement compris par les deux participants [7,8]. L'omniprésence de ce phénomène dans la communication humaine (adulte) n'est pas contestée, mais la question de savoir dans quelle mesure les systèmes de communication non linguistiques peuvent être considérés comme intentionnels selon les vues de Grice est débattue [2,9].

Des questions ont récemment été soulevées quant à la pertinence de l'utilisation de l'intentionnalité et de la signification de Grice comme moyen d'évaluer la communication non humaine, étant donné que les définitions de Grice étaient enracinées dans la linguistique plutôt que d'inclure toute forme de communication expressive [10,11]. Cependant, l'approche de Grice reste l'approche dominante dans le domaine de la communication animale, la plupart des chercheurs utilisant le cadre de l'intentionnalité de Dennett [3], qui propose des étapes plus graduelles vers la métareprésentation complexe requise pour une communication intentionnelle à part entière selon Grice. Selon ce cadre, l'intentionnalité d'ordre zéro n'exige aucune mentalité de la part de l'animal.

2 La signalisation est de premier ordre si le signaleur a l'intention de signaler afin de modifier le *comportement* du destinataire, et de second ordre si l'intention de signaler est de nature à modifier le *comportement* du destinataire, et de second ordre si l'intention de signaler est de nature à modifier le *comportement* du destinataire.

Elles sont combinées à des attributions d'état mental [12]. Si l'on prend l'exemple des appels de nourriture, la communication intentionnelle d'ordre zéro consisterait pour le signaleur à appeler à l'arrivée d'une zone de nourriture en raison de l'excitation ou de l'excitation accrue déclenchée par la découverte de nourriture. Dans le cas d'une communication intentionnelle de premier ordre, le signaleur lancerait un appel pour influencer le comportement de son auditoire, c'est-à-dire pour recruter des membres du groupe afin qu'ils rejoignent le signaleur à la zone de nourriture. Enfin, dans le cadre d'une communication intentionnelle de second ordre, le signaleur appellerait pour informer les membres ignorants du public de l'existence de la zone de restauration, modifiant ainsi leur état mental d'ignorant à connaisseur.

Parce que le cadre de Dennett offre des définitions faciles à mettre en œuvre pour les différents niveaux d'intentionnalité, il a gagné en popularité parmi les chercheurs en communication animale [12-14]. Le fait de se concentrer sur l'intentionnalité de premier ordre (modification du comportement) assouplit les critères auparavant stricts de compréhension de l'état mental et offre un tremplin précieux pour passer de l'absence d'intention à des niveaux d'intention plus élevés. Cependant, de nombreux chercheurs continuent de penser que l'intentionnalité de second ordre (nécessitant l'attribution d'états mentaux) est le précurseur cognitif le plus pertinent pour l'évolution du langage. Des expériences en laboratoire et sur le terrain ont été conçues pour tenter d'identifier la production vocale de second ordre chez les primates, où les chercheurs ont testé si l'état des connaissances de l'auditoire influence la production d'appels chez le signaleur [15,16]. Cependant, avant de s'attaquer à la production de signaux intentionnels de second ordre, la première étape logique semble être de distinguer la production de signaux intentionnels de premier ordre de la production de signaux intentionnels d'ordre zéro. Cette approche a été récemment préconisée [9,12], notamment parce que les enfants peuvent éprouver des difficultés avec les métareprésentations d'ordre supérieur [17], sans pour autant éprouver de difficultés avec le langage, et que la communication chez les adultes ne repose pas toujours sur ces représentations d'ordre supérieur [18]. Afin d'identifier la production de signaux intentionnels de premier ordre, un cadre clair avec des critères comportementaux observables est nécessaire.

Townsend *et al.* proposent un tel cadre [12], en rassemblant des marqueurs qui ont déjà été utilisés pour identifier la communication intentionnelle de premier ordre chez les humains prélinguistiques et les animaux non humains. Ils proposent qu'un animal communique avec une intentionnalité de premier ordre si les trois conditions suivantes sont remplies : (i) le signaleur agit avec un objectif lorsqu'il communique avec un destinataire ; (ii) le signaleur exerce un contrôle volontaire sur la production de signaux par le destinataire afin d'atteindre son objectif de communication ; et (iii) le destinataire modifie son comportement d'une manière conforme à l'objectif du signaleur. L'intérêt de ce cadre réside dans sa capacité à définir l'intentionnalité d'un signal à l'aide d'un comportement directement observable. La principale limite de ce cadre est que, comme le souligne l'article original et comme nous le verrons plus en détail dans la suite de cet article, tous les marqueurs comportementaux conçus pour diagnostiquer la production de signaux intentionnels de premier ordre pourraient également être expliqués par des processus intentionnels d'ordre zéro. La validité des critères utilisés n'est donc pas claire. Afin de discuter utilement de la validité et de l'utilisation des critères, nous commencerons par présenter les critères et les preuves empiriques actuellement utilisés pour affirmer l'intentionnalité de premier ordre dans différentes modalités de communication. Pour tester le premier critère de Townsend *et al.* selon lequel les signaux sont produits pour atteindre un objectif, le signaleur doit continuer à signaler jusqu'à ce qu'une "règle d'arrêt" ait été respectée et que l'objectif ait été atteint. En d'autres termes, lorsqu'un destinataire ne répond pas immédiatement à un signal, le signaleur doit persister ou développer son message.

Les signaux sont émis dans le but d'atteindre leur objectif. Dans ce cas, la réponse du destinataire qui met fin à ces tentatives de communication peut être identifiée comme le but présumé du signal initial [19-21]. Une gamme plus large de comportements centrés sur l'utilisation sociale d'un signal est suggérée pour aider à identifier la production de signaux volitifs et orientés vers le destinataire (critère (ii)). Le marqueur le plus rudimentaire concernant l'utilisation sociale est la présence ou l'absence de destinataires potentiels. Alors que les humains produisent parfois des signaux en privé, pour les non-humains, les signaux qui sont produits en l'absence d'un public sont supposés être le produit de mécanismes sous-jacents basés sur l'excitation. Par exemple, si un singe voit un serpent et émet un cri d'alarme en l'absence d'autres singes, on suppose que le signal a été émis en raison d'un niveau d'excitation élevé ou de l'absence d'un public.

la peur déclenchée par la découverte d'un prédateur.

En partant de la simple présence d'un destinataire potentiel, les chercheurs recherchent également des effets d'audience complexes, où la composition de l'audience peut influencer à la fois le taux et la structure des signaux. Par exemple, les singes vervets lancent des cris d'alarme plus fréquemment en présence de membres de leur famille que de personnes non apparentées [22], et les chimpanzés modifient la structure des cris de leurs victimes en cas d'agression grave si des spectateurs de haut rang se trouvent dans l'auditoire [23]. Ces effets d'audience plus complexes témoignent d'un contrôle sélectif de la production des signaux, ce qui indique qu'ils sont volontairement produits et dirigés vers des destinataires spécifiques.

Les décisions concernant le moment et le type de signal à produire peuvent également être influencées par l'état d'attention du ou des destinataires. Les signaux visuels produits à l'intention de destinataires inattentifs sont susceptibles d'être inefficaces, car le destinataire ne peut pas voir le signal. Si le signaleur a l'intention de communiquer avec le destinataire, il doit produire un signal perceptible par le destinataire, en évitant les signaux visuels silencieux lorsque le destinataire est inattentif et en se fiant aux signaux sonores ou tactiles dans ces circonstances. Cette sélectivité indique non seulement que le sigillaire est en train de prendre du recul, mais aussi qu'il comprend les moyens les plus efficaces pour atteindre son objectif. Avant de sélectionner le signal approprié, le signaleur doit vérifier où le destinataire regarde, puis continuer à surveiller visuellement le destinataire pour obtenir une réponse. L'ensemble de ces comportements est communément appelé "vérification de l'auditoire", qui est un marqueur fréquemment utilisé de la communication intentionnelle de premier ordre, car il semble indiquer que le signaleur dirige les signaux vers un destinataire et s'attend à ce qu'il y réponde.

Le dernier critère ne met plus l'accent sur la production du signal, mais sur une réponse comportementale cohérente du destinataire, adaptée au signal donné (par exemple, s'éloigner de la menace perçue qui a déclenché les appels d'alarme du signaleur). La réponse du destinataire doit être cohérente sur plusieurs événements de signalisation et doit se produire immédiatement après un signal, plus fréquemment qu'à d'autres moments (niveau de chance de réponse), afin de montrer que la réponse est liée au signal. Ce critère est important pour démontrer que les signaux sont efficaces et que les destinataires semblent comprendre le signal ou l'objectif du signaleur d'une manière ou d'une autre.

Jusqu'à présent, les études se sont concentrées sur l'identification d'indicateurs comportementaux d'intentionnalité (par exemple, la persistance, l'alternance du regard ou l'utilisation sociale) sans parvenir à un consensus sur la manière dont ces indicateurs devraient être appliqués dans la méthodologie. Il est surprenant de constater qu'il n'existe pas de nombre acceptable d'indicateurs comportementaux requis pour classer un signal comme intentionnel [24]. La définition proposée par Townsend *et al.* ne le précise pas non plus [12], mais exige qu'un signal démontre au moins un des éléments suivants

comportement de chacun des trois critères plus larges afin d'être considéré comme intentionnel. La définition de l'intentionnalité en ces termes présente l'avantage d'être suffisamment conservatrice pour éviter les affirmations d'intentionnalité avec un seul indicateur comportemental, tout en restant empiriquement viable et inclusive pour l'ensemble des taxons.

3. Preuves sur les primates

Traditionnellement, les vocalisations, les gestes et les expressions faciales des primates ont été étudiés séparément, les chercheurs se spécialisant dans un seul de ces types de communication ([25], mais voir [26]), ce qui explique peut-être les différentes approches adoptées pour étudier l'intentionnalité. Les chercheurs spécialisés dans les gestes ont été les plus explicites dans leur traitement de la communication intentionnelle. Des gestes intentionnels ont été observés pour la première fois chez des chimpanzés en captivité [27,28], et ont maintenant été observés chez les quatre espèces de grands singes non humains (tableau 1). A la suite de ces premiers travaux sur les chimpanzés, la production intentionnelle a été couramment utilisée comme condition préalable à l'identification d'un mouvement corporel en tant que geste. Comme il est difficile de définir le début et la fin des gestes sur la base de propriétés physiques, les chercheurs ont utilisé la production intentionnelle comme moyen de différencier les mouvements communicatifs des mouvements non communicatifs produits à d'autres fins. Cela contraste fortement avec les signaux vocaux et faciaux qui sont définis en fonction de leurs propriétés physiques, le degré d'intentionnalité sous-jacent à un signal faisant l'objet d'une étude distincte. Les affirmations d'intentionnalité dans les gestes sont donc plutôt circulaires, car les chercheurs sur les gestes se concentrent *a priori* sur les mouvements corporels qui semblent intentionnels, et il n'est donc pas surprenant que ces signaux répondent aux marqueurs comportementaux de l'intentionnalité.

Pour être considéré comme un geste, certains des critères comportementaux suivants doivent être remplis : il doit être dirigé vers un destinataire spécifique, le signaleur doit vérifier l'attention du destinataire et ajuster son signal en fonction de cette attention, les signaleurs doivent attendre une réponse, et s'ils ne reçoivent pas de réponse, ils doivent continuer à produire d'autres signaux [29-32]. Ces critères sont issus des premières tentatives d'identification de la production intentionnelle de gestes chez les nourrissons humains préverbaux [33], et tentent de distinguer la production intentionnelle de signaux de premier ordre de celle d'ordre zéro. Selon les chercheurs, le nombre de critères à remplir avant d'attribuer l'intentionnalité au signal ou à la classe de signaux en question varie (tableau 1), mais il est largement admis que les gestes des grands singes sont produits avec une intentionnalité de premier ordre.

En revanche, les vocalisations ont traditionnellement été considérées comme des signaux intentionnels automatiques et sans ordre, déclenchés par des événements environnementaux spécifiques (par exemple, la présence d'un prédateur [34]). Ce n'est que ces dernières années que des marqueurs d'intentionnalité de premier ordre ont été appliqués au comportement vocal pour remettre en question cette position (tableau 1). D'autre part, les expériences testant la production de signaux intentionnels de second ordre n'ont été menées que dans le domaine vocal, et non dans le domaine gestuel. En capitalisant sur le fait que, chez de nombreuses espèces, les cris d'alarme servent à désigner les prédateurs, des expériences ont été conçues pour vérifier si les cris d'alarme sont produits sélectivement à l'intention des membres ignorants du groupe, afin de les faire passer de l'état d'ignorant à celui de connaisseur. Alors que les macaques en captivité ne médiatisent pas leurs cris d'alarme ou de nourriture en fonction des connaissances de leur progéniture sur un prédateur ou une source de nourriture [15], des résultats plus prometteurs suggèrent que les chimpanzés sauvages pourraient être plus susceptibles d'émettre des cris d'alarme ou de nourriture en fonction des connaissances de leur progéniture sur un prédateur ou une source de nourriture [16].

Tableau 1. Études portant sur la production de signaux intentionnels chez les primates non humains. (Articles sélectionnés pour leur pertinence à partir d'une recherche initiale de "communication intentionnelle" et "primate" sur Web of Science et publiés dans des revues entre 1980 et 2018).

détails du papier			détails empiriques				
auteur	année	critères d'intentionnalité utilisés	critères explicitement testés à l'aide de données	les signaux des critères <i>a priori</i> remplis pour être classés comme intentionnels	ordre d'intentionnalité revendiqué	type de signal	espèces
Barde	1992	utilisation sociale	non	n.d.	premier	gestuel	Orang-outan de Bornéo
Brockett <i>et al.</i>	2004	orienté vers un objectif	non	1/1	premier	gestuel	singe hurleur noir
Cartmill & Byrne	2010	utilisation sociale, alternance du regard, persistance, élaboration, utilisation flexible, attente de la réponse	non	non spécifié	premier	gestuel	bornean & Sumatran orangs-outans
Crockford <i>et al.</i>	2012	le comportement d'appel est modifié lorsque l'auditoire est ignorant ou connaissant le prédateur	oui	n.d.	deuxième	vocal	chimpanzé de l'Est
Demuru <i>et al.</i>	2015	utilisation sociale, état d'attention [secondaire = œil contact, orientation du corps, attente de la réponse, persistance]	non	non spécifié	premier	gestuelle, faciale	bonobo
Fröhlich <i>et al.</i>	2016	état d'attention, attente de réponse, persistance, satisfaction à l'égard de l'objectif	non	non spécifié	premier	gestuel	Est et Ouest chimpanzés
Fröhlich <i>et al.</i>	2018	vérification de l'audience, état d'attention, persistance	non	n.d.	premier	gestuelle,	vocale orientale et occidentale chimpanzés
Genty & Byrne	2010	utilisation sociale, état d'attention, persistance, élaboration	non	non spécifié	premier	gestuel	gorille occidental
Genty <i>et al.</i>	2009	l'utilisation sociale, l'état d'attention, les objets qui attirent l'attention, persistance, élaboration, utilisation flexible, réponse-attente	non	3/3	premier	gestuel	gorille occidental
Gruber & Zuberbühler	2013	utilisation sociale, "vérification" (état d'attention), persistance, attente de réponse	oui	n.d.	premier	vocal	chimpanzé de l'Est
Graham <i>et al.</i>	2018	état d'attention (vérification de l'audience), persistance, attente de réponse	non	1/3	premier	gestuel	bonobo, oriental chimpanzé
Gupta & Sinha	2016	persistance	non	1/1	premier	gestuel	macaque à bonnet
Halina <i>et al.</i>	2013	persistance, satisfaction à l'égard de l'objectif	non	2/2	premier	gestuel	bonobo

(Suite.)

Tableau 1. (suite)

détails du papier		détails empiriques					
auteur	année	critères d'intentionnalité utilisés	critères explicites testé avec des données	des signaux de critères <i>a priori</i> satisfait être qualifiée d'intentionnelle	ordre d'intentionnalité réclamé	type de signal	espèces
Hobaiter & Byrne	2011a	utilisation sociale, état d'attention, persistance, utilisation flexible, attente de réponse	non	1/4	premier	gestuel	chimpanzé de l'Est
Hobaiter & Byrne	2011b	l'utilisation sociale, l'état d'attention, les objets qui attirent l'attention, persistance, élaboration, attente de la réponse	non	1/4	premier	gestuel	chimpanzé de l'Est
Liebal <i>et al.</i>	2004	l'utilisation sociale, l'état d'attention, les objets qui attirent l'attention, persistance, élaboration, utilisation flexible	non	2/2	premier	gestuelle, vocale, visage	chimpanzé
Liebal <i>et al.</i>	2004	utilisation sociale, état d'attention, persistance, élaboration, utilisation flexible, attente de la réponse	non	2/2	premier	gestuelle, faciale	siamang
Liebal <i>et al.</i>	2006	utilisation sociale, état d'attention, persistance, élaboration, utilisation flexible, attente de la réponse	non	2/2	premier	gestuelle, faciale	Orang-outan de Sumatra
Roberts <i>et al.</i>	2013	état d'attention	non	1/1	premier	gestuel	chimpanzé de l'Est
Scheel & Edwards	2012	orienté vers un objectif	non	1/1	premier	gestuel	singe araignée
Schel <i>et al.</i>	2013	utilisation sociale, alternance du regard, état attentionnel (notamment le contrôle de l'audience), la persistance	oui	n.d.	zéro et premier	vocal	chimpanzé de l'Est
Sueur & Petit	2010	une utilisation flexible, axée sur les objectifs	oui	n.d.	premier	la posture du corps/ mouvements	Tonkéen et rhésus macaques
Tempelmann & Liebal	2012	l'utilisation sociale, l'état d'attention, les objets qui attirent l'attention, persistance, élaboration	non	1/1	premier	gestuel	orang-outan
Tomasello <i>et al.</i>	1985	utilisation sociale, alternance du regard, attente de la réponse	non	1/3	premier	gestuel	chimpanzé
Tomasello <i>et al.</i>	1994	utilisation sociale, alternance du regard, état attentionnel, l'attention, la persistance, l'élaboration, utilisation flexible, attente de réponse	non	non spécifié	premier	gestuel	chimpanzé
Waller <i>et al.</i>	2015	état d'attention	non	1/1	premier	visage	orang-outan

à un cri d'alarme pour les individus qui en savent moins sur un modèle de prédateur embusqué [16]. Il est de plus en plus évident que les gestes et (certaines) vocalisations répondent aux critères comportementaux de l'intentionnalité de premier ordre, et que certains d'entre eux peuvent même montrer des signes d'intentionnalité de second ordre [35].

Des trois types de communication, les expressions faciales sont celles qui ont reçu le moins d'attention de la part des chercheurs en ce qui concerne leur production intentionnelle. La vision traditionnelle des expressions faciales est qu'il s'agit de signaux intentionnels d'ordre zéro qui sont le produit de processus émotionnels. Cependant, bien que les humains produisent des expressions faciales automatiquement, nous pouvons également les produire intentionnellement, et il est donc important de se demander si d'autres primates partagent cette capacité. Hopkins *et al.* soutiennent que les chimpanzés exercent un certain contrôle volontaire sur leurs expressions faciales [36], et des études plus récentes ont démontré que les grands singes modifient leurs expressions faciales si leur public les observe visuellement [37,38]. Des recherches supplémentaires sont toutefois nécessaires pour déterminer si les expressions faciales répondent à d'autres critères d'intentionnalité.

4. Production intentionnelle de signaux chez d'autres espèces

Bien que la plupart des recherches se soient concentrées sur la production de signaux intentionnels chez les primates non humains, d'autres espèces ont également fait l'objet d'études. Il est important d'identifier la communication intentionnelle chez des espèces plus éloignées de l'homme, car cela peut nous aider à comprendre les pressions de sélection qui donnent lieu à un contrôle intentionnel des signaux de communication, ainsi qu'à évaluer la validité et l'utilisation des critères comportementaux utilisés pour identifier la production de signaux intentionnels de premier ordre.

L'utilisation sociale des signaux, le premier des marqueurs comportementaux censés indiquer un contrôle volontaire et une production de signaux dirigée par le destinataire, est très répandue dans le règne animal. Par exemple, des travaux précurseurs sur les effets d'audience ont démontré que les femelles écureuils terrestres produisent plus de cris d'alarme en présence de parents directs qu'en présence de personnes non apparentées [39]. De même, on a constaté que les poulets domestiques mâles augmentaient la fréquence de leurs cris de nourriture en présence d'une femelle par rapport à leur solitude [40], et que les poissons combattants siamois mâles produisaient moins de signaux agressifs à l'égard des autres mâles en présence d'une femelle [41]. Chez les mouches des fruits, la composition génotypique du groupe social a un impact significatif sur les niveaux globaux de production de signaux phéromonaux, ainsi que sur le moment où les signaux chimiques sont produits [42,43]. Ces résultats montrent que les effets complexes de l'audience se retrouvent chez tous les taxons, les signaux étant affectés non seulement par la présence d'une audience, mais aussi par la composition de cette audience. Nous devons donc nous demander si le contrôle volontaire de la production de signaux est en fait très répandu dans le règne animal, ou si les effets d'audience ne sont pas des marqueurs forts du contrôle volontaire.

Miklosi et ses collègues [44] s'éloignent des effets auditifs de base et affirment que les chiens produisent des signaux intentionnels de "présentation" aux propriétaires humains pour indiquer l'emplacement d'un jouet caché. L'expression "montrer" a été définie comme une action de communication impliquant à la fois une composante directionnelle (orientation de la tête vers le jouet caché) et une composante visant à attirer l'attention (aboïement et regard vers le propriétaire). Lorsque les chiens observaient un expérimentateur cachant un jouet dans l'un des trois endroits inaccessibles de la pièce, et que le propriétaire naïf entraînait ensuite, les chiens alternaient le regard entre le propriétaire et le jouet caché et les comportements visant à attirer l'attention,

significativement plus que lorsqu'ils étaient simplement dans la pièce avec le propriétaire en l'absence d'un jouet caché. Bien que les auteurs affirment que cela démontre une communication référentielle intentionnelle, des preuves supplémentaires sont nécessaires pour confirmer l'hypothèse d'une communication référentielle intentionnelle.

La nature intentionnelle de ces signaux, en tout cas selon le cadre de Townsend *et al* [12].

Des affirmations similaires concernant un comportement intentionnel de présentation ont été faites pour les corbeaux. Pika et Bugnyar affirment que les corbeaux "montrent" des objets à des partenaires conspécifiques [45]. Montrer est défini comme "ramasser un objet non alimentaire, le tenir dans le bec, la tête droite ou inclinée vers le haut, et rester dans cette position" ([45], p. 2). Ils rapportent que ces "gestes" de démonstration étaient toujours dirigés vers le destinataire et produits à une fréquence significativement plus élevée chez les partenaires attentifs que chez les partenaires non attentifs, ce qui montre une sensibilité à l'état attentionnel du partenaire. Les auteurs affirment que ces signaux sont orientés vers un but, car le sigillant regarde le destinataire et montre qu'il attend une réponse. Cependant, en l'absence de persistance ou d'élaboration face à un partenaire qui ne répond pas, il n'y aurait pas suffisamment de preuves pour montrer que ces gestes ont été produits dans un but précis selon les critères de Townsend *et al* [12]. Ces gestes semblent efficaces pour susciter une réponse positive de la part des destinataires, en ce sens que les partenaires s'orientent vers l'oiseau ou l'objet signalant et s'engagent ensuite dans un comportement affiliatif plutôt qu'agonistique, mais les niveaux de chance de ces réponses au sein de ces dyades ne sont pas clairs. En résumé, bien que ce comportement de démonstration semble être sous contrôle volontaire et orienté vers le destinataire, des preuves supplémentaires sont nécessaires avant que les autres critères de production orientée vers un but et de réponses cohérentes du destinataire puissent être confirmés. À première vue, il semble y avoir des points communs entre ce comportement de "présentation" chez les corbeaux et les parades nuptiales impliquant des objets chez diverses espèces aviaires, de sorte que les recherches futures pourraient utilement appliquer les critères d'intentionnalité à de telles présentations chez les non-corvidés pour voir si d'autres espèces aviaires font preuve d'une production de signaux intentionnels de premier ordre.

En termes de satisfaction des trois critères d'intentionnalité pour la production de signaux proposés par Townsend *et al* [12], il est peut-être surprenant de constater que les candidats les plus forts sont deux espèces de poissons. Le mérrou et la truite corallienne effectuent un "head-stand" pour signaler l'emplacement d'une proie à des partenaires de chasse coopératifs, ce qui est considéré comme une communication référentielle [46]. Ce signal répond aux principaux critères de la signalisation intentionnelle, notamment le fait d'être apparemment orienté vers un but (persistance, élaboration et arrêt lorsque le but est atteint), d'être orienté vers un destinataire et de susciter une réponse du destinataire qui soit conforme au but. Il s'agit de l'une des rares démonstrations empiriques qui satisfont à tous les critères d'intentionnalité définis par Townsend *et al.* dans un seul système de communication [12], ce qui constitue une preuve plus solide que la plupart des espèces de primates à ce jour. Plus récemment, des preuves convaincantes de communication intentionnelle ont également été trouvées chez les babillards arabes [47], et il est probable que l'application plus large des critères de Townsend *et al.* révélera davantage de communication intentionnelle dans un éventail plus large d'espèces.

Ces études suggèrent qu'une gamme variée d'espèces déploie une forme ou une autre de signalisation intentionnelle et que la production de signaux intentionnels n'est peut-être pas limitée aux mammifères à gros cerveau. On ne sait donc pas si la production de signaux intentionnels de premier ordre est simplement répandue dans le règne animal ou si des processus différents sous-tendent les mêmes schémas comportementaux dans différents taxons. Etant donné que les marqueurs comportementaux sont conçus pour sonder des processus sous-jacents

En ce qui concerne les processus cognitifs, la validité de ces mesures est remise en question si l'on tente d'expliquer les résultats de la signalisation intentionnelle de premier ordre chez des animaux éloignés et relativement petits en affirmant qu'ils pourraient être le produit de processus sous-jacents différents. Les résultats de la production de signaux intentionnels de premier ordre chez des espèces apparentées éloignées donnent un aperçu des types de problèmes et de pressions qui ont conduit à l'évolution de la communication intentionnelle, mais ils remettent également en question l'importance de la production de signaux de premier ordre en tant que tremplin dans l'évolution du langage humain.

5. Limites actuelles

Notre compréhension de la communication intentionnelle chez les non-humains est actuellement limitée par deux problèmes principaux : (i) la diversité des preuves utilisées pour affirmer la production de signaux intentionnels et le manque de comparabilité entre les études qui en découle, et plus important encore, (ii) la validité des critères comportementaux utilisés pour distinguer la communication intentionnelle de premier ordre de celle d'ordre zéro. Pour ceux qui considèrent les critères actuels comme valables ou comme les meilleurs outils actuellement disponibles, le manque d'application rigoureuse de ces critères d'une étude à l'autre reste problématique, et cette question sera abordée en premier lieu.

(a) Manque de cohérence dans l'application des critères d'intentionnalité

L'allégation de production intentionnelle de signaux peut être fondée sur les éléments suivants

des types et des quantités de données très variables. Comme le montre le tableau 1, le nombre de critères examinés est très variable d'une étude à l'autre ; certaines études exigent seulement que 1/3 ou 1/4 des critères soient remplis pour qu'un signal soit considéré comme intentionnel, tandis que d'autres études exigent que 1/1 ou 3/3 des critères soient remplis. Il faut s'attendre à une certaine variation, car tous les critères ne sont pas pertinents pour chaque espèce (par exemple, une période standard de 1-2 s d'"attente de réponse" conçue à partir de données concernant les chimpanzés peut être trop courte ou trop longue pour d'autres espèces de primates) ou modalité (plusieurs critères sont spécifiques aux signaux visuels). Cependant, il semble également qu'il existe une variabilité supplémentaire dans la rigueur avec laquelle les critères comportementaux sont utilisés par les différents chercheurs avant d'accepter un signal comme étant produit intentionnellement, et une telle variabilité est problématique.

Une meilleure approche pourrait consister à utiliser tous les critères et à énumérer le nombre de signaux éliminés à chaque étape : par exemple, l'étude a commencé avec 400 instances de gestes, mais 12 n'avaient pas de vérification d'audience, 23 n'avaient pas de réponse en attente et 15 n'avaient pas de persistance, ce qui laissait 350 gestes qui répondaient à tous les critères d'intentionnalité. L'un des problèmes de cette approche est que l'orientation vers un but ne peut souvent être testée que lorsque le destinataire ne répond pas immédiatement et donne l'occasion au signaleur de persister ou d'élaborer pour atteindre son but ; la question de savoir ce qu'il faut faire avec les signaux qui suscitent une réponse appropriée immédiate n'est donc pas claire, car nous ne pouvons pas utiliser les marqueurs établis pour l'orientation vers un but dans ces cas.

Il existe également une différence importante entre les études qui recueillent des données systématiques pour vérifier si un certain signal ou une certaine catégorie de signaux répondent à des critères spécifiques d'intentionnalité de premier ordre (par exemple [38, 48, 49]) et les études, pour la plupart gestuelles, où les critères de production intentionnelle sont utilisés comme conditions préalables pour sélectionner les gestes potentiels, de sorte que seuls les mouvements corporels produits intentionnellement sont pris en compte dans l'analyse ultérieure (par exemple [20, 21, 50]). Lorsque des données systématiques sont présentées, il y a des variations dans la question de savoir si les données de base sur les comportements d'intérêt

sont associés à des signaux de communication à un niveau *signifi*. Les comportements sont beaucoup plus fréquents que le hasard. Par exemple, regarder les membres du groupe est un comportement courant qui, lorsqu'il est produit en association temporelle avec un signal, est interprété comme une "vérification de l'auditoire", et ce comportement est parfois utilisé comme seul critère pour identifier une signalisation intentionnelle de premier ordre (tableau 1). Cependant, nous devons d'abord connaître le niveau de probabilité que ces deux comportements se produisent conjointement pour pouvoir affirmer que le fait de regarder les membres du groupe est réellement lié à la production d'un signal. Une approche consiste à comparer statistiquement la probabilité que le marqueur de comportement intentionnel se produise avec des événements de production de signaux et des événements de non-production de signaux (par exemple [48]). Dans les cas où des statistiques inférentielles sont appliquées aux données, on peut déduire qu'en moyenne, les marqueurs d'intentionnalité sont susceptibles de cooccurrence avec des signaux à des taux supérieurs au hasard, mais il est beaucoup plus difficile d'interpréter des données purement descriptives. Par exemple, Gruber et Zuberbühler rapportent neuf cas où un signal vocal de chimpanzé a été répété face à un public non réceptif 0-13 min après l'appel original [51]. Malheureusement, en l'absence de comparaison avec le comportement du signaleur dans tous les cas où le public était réceptif ou non, il est difficile de conclure à partir de ces données que les chimpanzés persistent généralement à utiliser ce type d'appel jusqu'à ce qu'ils atteignent leur objectif.

Lorsque les critères comportementaux pour la production intentionnelle de signaux sont utilisés comme conditions préalables pour identifier les "vrais" gestes, le nombre de critères auxquels un geste doit répondre varie également. De nombreux chercheurs exigent seulement qu'un signal réponde à un ensemble de critères qui incluent souvent "l'attente de la réponse", ce qui signifie généralement qu'après un signal, aucun autre signal n'est produit par le signaleur pendant au moins 2 secondes (13 des 27 articles du tableau 1 utilisent "l'attente de la réponse" comme critère, et 10 de ces 13 études n'exigent pas d'autres critères). L'attente de réponse peut être pertinente pour identifier l'intentionnalité lorsqu'elle est combinée à la persistance si le destinataire ne répond pas, mais l'attente de réponse en isolation (production d'un seul signal plutôt que d'une séquence de signaux) a de nombreuses explications, dont la plupart ne sont pas liées à l'intentionnalité. Ainsi, l'attente de réponse en soi n'est pas adéquate pour démontrer une communication intentionnelle, mais c'est souvent exactement ce que les chercheurs utilisent.

Il existe également une certaine variabilité quant à l'évaluation de chaque signal en fonction des critères d'intentionnalité [20, 21, 50], ou quant à l'extrapolation d'un cas d'utilisation intentionnelle d'un signal spécifique par un individu spécifique à tous les signaux du même type produits par ce même individu [30]. En résumé, la rigueur avec laquelle les chercheurs s'assurent que leurs signaux répondent aux critères comportementaux d'intentionnalité est très variable et, bien qu'une certaine variation soit inévitable, nous pensons que le degré actuel de variation rend extrêmement difficile les comparaisons entre les études, les espèces et les modalités.

Essayer de comprendre les processus cognitifs du producteur de signaux, en vue d'éclairer les théories de l'évolution du langage, est une entreprise difficile et, en termes d'examen des différents types de signaux produits dans différentes modalités, dans différents contextes et chez différentes espèces, nous avons à peine effleuré la surface.

La comparabilité entre les études est donc très importante, car une équipe de recherche individuelle ne peut apporter qu'une petite contribution à ce défi considérable. Même lorsque des comparaisons sont possibles, l'interprétation des résultats de différentes études peut être difficile.

est également un défi à relever.

Un exemple frappant d'interprétations contradictoires à propos d'un même signal est fourni par les affirmations de production intentionnelle d'ordre 0 à 2 faites pour le même type de chimpanzé

d'alarme. Ces cris d'alarme, appelés "soft huus" [48] ou "alert hoos" [16,52], ont été déclenchés par des modèles de serpents présentés par deux groupes de recherche différents. Schel *et al* [48] ont présenté à des chimpanzés sauvages un modèle de python en mouvement et ont constaté que les cris étaient émis en l'absence de public, tout en fixant visuellement le serpent (peu de vérification du public), et que le taux d'appel n'était pas affecté par l'arrivée de nouveaux individus potentiellement ignorants. Lorsque l'on considère les combats avec d'autres types d'appels d'alarme (huus d'alarme et waa barks), on trouve des preuves positives de la persistance vers un but et de l'alternance du regard, mais la contribution des huus doux dans ces combats de types d'appels mixtes n'est pas claire. Ainsi Schel *et al.* ont conclu que les huus doux, au moins en réponse immédiate au serpent, étaient mieux caractérisés comme des expressions intentionnelles individualistes de peur [48]. En revanche, des expériences menées avec la même communauté de chimpanzés sauvages utilisant un modèle statique de serpent ont montré que l'état de connaissance relatif des récepteurs influençait la production de cris d'alerte et les chercheurs ont conclu que ces cris étaient produits avec une intentionnalité de second ordre [16].

Il n'est pas du tout évident de comprendre ce schéma de résultats : le même type d'appel testé avec une expérience de présentation de serpent à la même communauté de chimpanzés en l'espace de quelques années, et pourtant, malgré ces points communs, les données mènent à des conclusions très différentes. Une façon de réconcilier ces différences est d'accepter qu'il existe une variabilité dans le degré de contrôle intentionnel impliqué dans la production d'un signal, en fonction du contexte précis (par exemple, l'espèce et le mouvement du modèle de prédateur). De manière anecdotique, les humains font également l'expérience de différents degrés de contrôle volontaire de leur production de signaux. Par exemple, une capacité normale à inhiber les jurons devant des collègues peut être perdue dans une situation de peur extrême, comme le fait d'avoir failli s'écraser en voiture. Si nous acceptons cela, cela indique que l'intentionnalité de la production de signaux doit être évaluée événement par événement, et l'extrapolation de la production intentionnelle d'un cas de production de signaux à un autre, comme c'est parfois le cas dans la recherche sur les gestes (par exemple [30]), est probablement déconseillée. Ces résultats contradictoires démontrent la valeur de la réplication et des groupes multiples travaillant sur les mêmes questions, mais une discussion plus large sur la façon de donner un sens à des résultats apparemment contradictoires tels que ceux-ci est nécessaire.

En conclusion, la variabilité sur de nombreux aspects de l'application des critères comportementaux actuels pour l'intentionnalité de premier ordre signifie que des comparaisons valables entre les études et les modalités sont essentiellement impossibles. Si nous voulons continuer à utiliser ces critères, une approche plus rigoureuse et plus uniforme est nécessaire.

(b) Validité des marqueurs comportementaux pour la production de signaux intentionnels de premier ordre

La question la plus sérieuse est sans doute celle de l'accès à l'eau potable.

La validité des critères comportementaux utilisés pour identifier les cas de communication intentionnelle de premier ordre et les distinguer de la communication intentionnelle d'ordre zéro. Si les critères comportementaux ont tous un sens intuitif, ils sont également tous ouverts à des explications intentionnelles de niveau inférieur, d'ordre zéro [12,24], ce qui signifie qu'ils ne mesurent peut-être pas du tout l'intentionnalité de premier ordre. Considérons tout d'abord l'orientation vers un but, mesurée par la persistance ou l'élaboration d'un signal face à un destinataire qui ne réagit pas ou à une réponse inappropriée du public. Il est parfois plus facile d'imaginer comment un comportement peut être motivé par un mécanisme de niveau inférieur en imaginant un exemple avec un signal supposé être motivé par un mécanisme d'ordre zéro.

processus intentionnels. À tort ou à raison, nous avons traditionnellement supposé (8) que les expressions faciales des primates étaient le reflet d'une excitation émotionnelle. Dans le cas où un chimpanzé subordonné Ce signal et l'émotion de peur qu'il sous-tend persistent jusqu'à ce que le dominant rassure le subordonné, moment où l'émotion de peur diminue et où le visage silencieux aux dents nues disparaît. Dans ce scénario, la production du visage silencieux aux dents nues répondrait au critère de persistance jusqu'à ce que l'objectif de rassurer le dominant soit atteint, mais il se peut qu'elle ait été motivée par des processus intentionnels d'ordre zéro. Un niveau élevé d'excitation émotionnelle peut non seulement déclencher la production d'un seul signal, mais aussi d'un certain nombre de signaux partageant des fonctions similaires. Si un certain nombre de signaux étroitement liés partagent un mécanisme de production commun basé sur l'excitation, cela pourrait également expliquer l'élaboration, où plus d'un type de signal est utilisé jusqu'à ce que l'objectif soit atteint. Pour revenir à l'exemple précédent, l'état d'excitation associé à la peur d'approcher un dominant peut déclencher un comportement de soumission en s'accroupissant, ou des vocalisations de grognements de pantalon, en plus de l'expression faciale silencieuse de dents montées, et cette constellation de comportements répondrait aux critères d'élaboration de signaux pour atteindre un objectif.

Les mécanismes qui sous-tendent les critères comportementaux pour qu'un signal soit produit volontairement et d'une manière orientée vers le destinataire sont tout aussi incertains. La production sélective d'un signal de communication en présence d'un auditoire (utilisation sociale) peut être motivée par l'excitation. Les recherches menées sur une série d'espèces indiquent que les niveaux d'excitation sont plus élevés au sein d'un groupe social que seul [53] et il est donc plausible que dans un système basé sur l'excitation, le seuil de production du signal ne soit généralement atteint qu'en présence d'un public et que les niveaux d'excitation de base soient élevés. Des effets d'audience plus complexes, tels que la production de signaux uniquement en présence de parents, d'amis ou d'individus de rang supérieur, peuvent être plus convaincants, mais il est également possible que la présence de certains individus affecte l'excitation de manière différentielle. La preuve que l'éveil augmente de manière différentielle en présence de différents individus est moins évidente, mais cette possibilité doit être testée et écartée avant que nous puissions affirmer avec certitude que des effets d'audience complexes ne résultent pas d'un système de production de signaux basé sur l'éveil. De même, les cas où les signaux dépendent du comportement de l'auditoire (par exemple, les appels d'alarme individuels jusqu'à ce que tous les autres membres du groupe aient lancé l'alarme) pourraient également résulter de changements dans l'état d'éveil. Chez l'homme, nous savons que le rythme cardiaque d'un orateur peut être augmenté par des réponses comportementales négatives de l'auditoire (par exemple [54]) et le comportement des membres de l'auditoire peut affecter les niveaux d'éveil autonome chez les producteurs de signaux dans toutes les espèces.

La sensibilité à l'état attentionnel du destinataire, qui consiste à ne produire des signaux visuels que lorsqu'un partenaire est présent, semble être un marqueur fort de la production intentionnelle de signaux, car elle peut impliquer une prise de perspective, mais ce comportement pourrait également être le résultat de discriminations apprises. Les individus peuvent apprendre au cours de leur vie que le visage d'un destinataire est l'un des stimuli nécessaires à la production efficace de signaux visuels, peut-être de la même manière que les bébés singes vervets apprennent à restreindre le type de stimuli qui déclenchent le cri d'alarme de leur aigle [24]. Si ce scénario est correct, la recherche du stimulus d'un visage conspécifique avant d'émettre un signal (comme l'examen visuel d'un objet aérien chez les singes vervets avant d'émettre un signal d'alarme) entraînerait également ce qui a été décrit comme un comportement de "vérification de l'auditoire".

Bien que le contrôle de l'audience, où le producteur du signal regarde le destinataire du signal avant ou pendant la production du signal, puisse avoir une explication de conditionnement de bas niveau pour les signaux visuels, il ne semble pas y avoir d'explication de bas niveau évidente pour que les primates regardent les membres de l'audience avant d'émettre un signal vocal, puisque l'attention visuelle des destinataires n'est pas nécessaire pour que les signaux vocaux soient efficaces.

En résumé, comme cela a été souligné précédemment, chacun des critères a une explication intentionnelle alternative d'ordre zéro ; cependant, les preuves empiriques soutenant ces explications alternatives sont très variables et beaucoup d'entre elles restent de simples possibilités théoriques. Il a déjà été avancé que l'apport de preuves convergentes à partir de divers marqueurs fournit des preuves plus solides et plus susceptibles d'être attribuées à une capacité mentale unique (l'intentionnalité) qu'une série d'explications basées sur l'éveil et le conditionnement [12,24], et bien que nous soyons d'accord sur le fait que les preuves convergentes entre les marqueurs sont plus solides que les preuves provenant d'un seul marqueur, une discussion plus approfondie sur la validité de ces critères s'impose.

6. La voie à suivre

Bien qu'il existe de nombreuses affirmations de communication intentionnelle de premier ordre chez d'autres espèces animales, notre capacité actuelle à évaluer rigoureusement cette intentionnalité est tristement limitée, et nous devons chercher de nouvelles alternatives. Nous formulons deux suggestions principales pour aller de l'avant : (i) évaluer directement l'excitation pendant la communication, ce qui nous permettrait de déterminer dans quelle mesure des niveaux élevés d'excitation provoquent certains signaux ; et (ii) se concentrer expérimentalement sur l'intentionnalité de second ordre, car la preuve de l'intentionnalité de second ordre implique l'existence de l'intentionnalité de premier ordre.

Il convient de noter que, bien qu'il existe des explications plausibles basées sur l'émotion et l'excitation pour les critères comportementaux de la production de signaux intentionnels de premier ordre, peu d'entre elles sont étayées par des preuves tangibles. Contrairement à notre compréhension du conditionnement, qui repose sur des décennies de données expérimentales et de modèles théoriques, notre compréhension de la manière dont l'excitation affecte le comportement et du moment où elle le fait est relativement faible. Malgré cela, l'excitation est souvent proposée comme explication *post hoc* d'un éventail étonnamment large de comportements et de phénomènes, et comme les outils dont nous disposons pour évaluer l'excitation sont actuellement inadéquats, il est très difficile d'exclure que l'excitation soit à l'origine de comportements intéressants. Cependant, comme l'excitation est le niveau inférieur d'explication du comportement, il incombe au chercheur désireux d'invoquer un mécanisme de niveau supérieur d'exclure l'explication de niveau inférieur. Dans la plupart des cas, c'est impossible, car les outils actuels d'évaluation de l'excitation émotionnelle chez les primates sont inadéquats : leur coût est prohibitif et ils fonctionnent à une échelle de temps incompatible avec la compréhension des événements individuels de production de signaux (par exemple, l'analyse des hormones), ils nécessitent un mouvement minimal de l'animal (imagerie thermique) ou ils ont besoin d'un équipement spécialisé coûteux (pupillométrie via l'équipement de suivi des yeux).

Les techniques actuelles de mesure des changements dynamiques des niveaux d'éveil sont donc incompatibles avec des primates se déplaçant librement et ayant un comportement naturel qui interagissent les uns avec les autres et, malheureusement, c'est le seul type de primate qui produira les signaux sociaux significatifs que nous cherchons à comprendre. Cela signifie que la plupart des chercheurs qui s'intéressent à la production de signaux (y compris nous-mêmes) n'ont pas été en mesure d'aborder la question de la contribution de l'excitation à la production de signaux et l'ont essentiellement ignorée. Cela nous a conduits à la situation suivante

où nous nous trouvons actuellement, où des efforts de recherche considérables **9** sont investis pour tenter d'établir si les signaux sont produits avec une intentionnalité de premier ordre, sans aucune certitude quant à la validité de nos mesures.

Des recherches visant à produire des mesures comportementales de l'éveil validées sur le plan physiologique sont absolument nécessaires si nous voulons changer cette situation, afin que nous puissions faire et tester des prédictions différentielles pour des modèles de comportement qui seraient principalement motivés par l'éveil ou par l'intention. Cela ne veut pas dire que ces options s'excluent mutuellement ; en fait, il est probable que l'excitation joue un rôle complémentaire aux processus intentionnels, comme c'est le cas chez les humains, mais nous devons essayer de démêler la contribution relative de l'excitation affective et des processus cognitifs supérieurs sur le comportement communicatif.

Les progrès technologiques qui nous permettent de tester les signaux dans le monde entier, ainsi que la découverte que des espèces plus éloignées répondent aux critères de l'intentionnalité de premier ordre (par exemple, le comportement de parade nuptiale de la mouche des fruits ; D. Shuker 2018, communication personnelle), peuvent nous amener à conclure que les critères comportementaux de l'intentionnalité de premier ordre ne sont pas particulièrement utiles pour la compréhension de l'évolution du langage. Dans cette éventualité, nous pourrions avoir à reconsidérer les vertus d'essayer de trouver des preuves de la production de signaux intentionnels de second ordre chez les espèces non-humaines. Malgré ses inconvénients [12], il s'agit peut-être de la meilleure approche qu'il nous reste. Comme la production de signaux intentionnels de second ordre s'appuie sur des processus intentionnels de premier ordre (production volontaire de signaux orientés vers un but), si la communication de second ordre est démontrée, elle apporte également la preuve de l'intentionnalité de premier ordre, mais sans qu'il soit nécessaire de s'appuyer sur des critères dont la validité est douteuse. La production de signaux intentionnels de second ordre nécessite l'attribution d'états mentaux, ce qui a été le plus souvent abordé en cherchant à déterminer si la production de signaux est médiée par l'état des connaissances du destinataire. Cette approche est prometteuse, du moins chez les chimpanzés, car il existe des preuves convergentes dans un certain nombre de paradigmes que les chimpanzés comprennent ce que d'autres chimpanzés ont vu et savent ([55], mais voir [56]) et il est clair que de telles compétences en théorie de l'esprit sont nécessaires pour la production de signaux intentionnels de second ordre [35]. La question de savoir si la compréhension des états mentaux des autres influence la production de signaux n'est pas encore claire : il a été affirmé que les chimpanzés sont plus susceptibles de lancer des cris d'alarme en présence d'individus qui ont une connaissance partielle plutôt qu'une connaissance complète d'un modèle de serpent [16], mais il n'est pas certain que des explications de lecture de comportement de niveau inférieur aient été exclues [48].

Ce qui est clair, c'est que les recherches ultérieures visant à déterminer si la production de signaux est médiée par la compréhension des connaissances ou de l'ignorance des autres se concentreront probablement sur le domaine vocal. Il existe de bonnes preuves que les vocalisations servent à faire référence à des objets et des événements extérieurs, de sorte qu'il est possible de vérifier si ces appels sont influencés par la connaissance qu'ont les récepteurs de ces objets ou de ces événements. En revanche, les gestes envers les congénères semblent moins susceptibles d'être influencés par la connaissance des états mentaux, car ils sont principalement des demandes dyadiques de certains comportements de la part d'un autre individu (par exemple : donne-moi X ; fais X ; arrête ça ; viens ici ; [20,21]). Il n'y a qu'une poignée de cas potentiels de gestes triadiques qui ont été observés chez des chimpanzés ou des bonobos sauvages, au cours de plusieurs décennies d'observations continues sur le terrain [57,58]. En captivité, de nombreux singes pointent du doigt les humains qui s'occupent d'eux, mais ces points semblent partager la même motivation impérative que leurs gestes naturels, en ce sens qu'ils pointent du doigt pour demander des choses qu'ils veulent, mais ne font pas de gestes avec une intention informative [59], où des expériences ont été menées avec des chimpanzés, des bonobos et des singes.

Les manipulations des connaissances des récepteurs pourraient être utilement déployées. Ainsi, les futures recherches sur la production de signaux intentionnels de second ordre se concentreront probablement sur la question de savoir si l'état des connaissances des auditeurs intervient dans la production de signaux vocaux fonctionnellement référentiels. En ce qui concerne les débats actuels, indépendamment de la question de savoir s'il est préférable ou non d'adopter une approche gricéenne de l'intentionnalité [10,11], tester l'intentionnalité de second ordre chez les grands singes a le potentiel de nous informer sur leur capacité de métareprésentation et de contribuer plus largement au domaine de la cognition animale.

En conclusion, pour mieux comprendre l'évolution du langage, il est essentiel de dépasser les similitudes superficielles entre le langage humain et la communication des primates et de rechercher les points communs et les différences dans les processus cognitifs à l'origine de la production et de la réception des signaux. Le degré de contrôle intentionnel dans la production de signaux non humains est une question centrale et importante, et bien que la communication intentionnelle de premier ordre ait été largement revendiquée, les outils actuels dont nous disposons pour détecter la production intentionnelle de signaux sont limités. La validité des critères comportementaux permettant de distinguer la production de signaux intentionnels de premier ordre de la production de signaux intentionnels d'ordre zéro est discutabile et les études manquent de cohérence quant à la manière dont les critères d'intentionnalité sont appliqués et quant au choix de ces critères.

Références

- Heyes C. 2016 Blackboxing : social learning strategies and cultural evolution. *Phil. Trans. R. Soc. B* 371, 20150369. (doi:10.1098/rstb.2015.0369)
- Scott-Phillips TC. 2015 *Speaking our minds : how human communication is different, and how language evolved to make it special*, 195 p. London, UK : Palgrave Macmillan.
- Dennett DC. 1983 Intentional systems in cognitive ethology : the 'Panglossian paradigm' defended. *Behav. Brain Sci.* 6, 343-390. (doi:10.1017/S0140525X00016393)
- Grice HP. 1969 La signification d'Utterer et intention. *Phil. Rev.* 78, 147-177. (doi:10.2307/2184179)
- Brentano F. 1874 *Psychologie vom empirischen standpunkt*. Leipzig, Allemagne : Duncker & Humblot.
- Searle JR. 1983 *Intentionality : an essay in the philosophy of mind*. Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Grice HP. 1957 Meaning. *Phil. Rev.* 66, 377-388. (doi:10.2307/2182440)
- Grice HP. 1982 Meaning revisited. Dans *Mutual knowledge* (éd. NV Smith), pp. 222-243. New York, NY : Academic Press.
- Moore R. 2016 Signification et ostension dans la communication gestuelle des grands singes. *Anim. Cogn.* 19, 223-231. (doi:10.1007/s10071-015-0905-x)
- Bar-on D. 2013 Origins of meaning : must We 'Go Gricean' ? Dorit Bar-On. *Mind Lang.* 28, 342-375. (doi:10.1111/mila.12021)
- Sterelny K. 2017 Du code à la signification du locuteur. *Biol. Phil.* 32, 819-838. (doi:10.1007/s10539-017-9597-8)
- Townsend SW *et al.* 2017 Exorciser le fantôme de Grice : une approche empirique de l'étude de l'intentionnalité. communication chez les animaux. *Biol. Rev.* 92, 1427-1433. (doi:10.1111/brv.12289)
- Byrne RW, Cartmill EA, Genty E, Graham KE, Hobaier C, Tanner J. 2017 Great ape gestures : intentional communication with a rich set of innate signals. *Anim. Cogn.* 20, 755-769. (doi:10.1007/s10071-017-1096-4)
- Call J, Tomasello M. 2007 *The gestural communication of apes and monkeys*, 256 p. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates [cité le 19 novembre 2013]. Voir http://books.google.co.uk/books/about/The_Gestural_Communication_of_Apes_and_M.html?id=hZQ-4vn3tWsC&pgis=1.
- Cheney D, Seyfarth R. 1990 Attending to behaviour versus attending to knowledge : examining monkeys' attribution of mental states. *Anim. Behav.* 40, 742-753.
- Crockford C, Wittig RM, Mundry R, Zuberbühler K. 2012 Wild chimpanzees informational ignorant group members of danger. *Curr. Biol.* 22, 142-146. (doi:10.1016/j.cub.2011.11.053)
- Liddle B, Nettle D. 2006 Higher-order theory of mind and social competence in school-age children. *J. Cult. Evol. Psychol.* 4, 231-246. (doi:10.1556/JCEP.4.2006.3-4.3)
- Moore R. 2017 Communication gricéenne et développement cognitif. *Phil. Q.* 67, 303-326.
- Leavens DA, Russell JL, Hopkins WD. 2005 L'intentionnalité mesurée dans la persistance et l'élaboration de la communication chez les chimpanzés (*Pan troglodytes*). *Child Dev.* 76, 291-306. (doi:10.1111/j.1467-8624.2005.00845.x)
- Hobaier C, Byrne RW. 2014 La signification des gestes des chimpanzés. *Curr. Biol.* 24, 1-5. (doi:10.1016/j.cub.2014.05.066)
- Graham KE, Hobaier C, Ounsley J, Furuichi T, Byrne RW. 2018 Les gestes des bonobos et des chimpanzés se chevauchent largement en termes de signification. *PLoS Biol.* 16, e2004825. (doi:10.1371/journal.pbio.2004825)
- Cheney DL, Seyfarth RM. 1985 Vervet monkey alarm calls : manipulation through shared information ? *Behaviour* 94, 150-166. (doi:10.1163/156853985X00316)
- Slocombe KE, Zuberbühler K. 2007 Chimpanzees modify recruitment screams as a function of audience composition. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 104, 17 228-17 233. (doi:10.1073/pnas.0706741104)
- Liebal K, Waller BM, Slocombe KE, Burrows AM. 2013 *Primate communication : a multimodal approach*, 294 p. Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Slocombe KE, Waller BM, Liebal K. 2011 The language void : the need for multimodality in primate communication research. *Anim. Behav.* 81, 919-924. (doi:10.1016/j.anbehav.2011.02.002)
- Wilke C, Kavanagh E, Donnellan E, Waller BM, Zarin P, Slocombe KE. 2017 Production et réponses aux signaux unimodaux et multimodaux chez les chimpanzés sauvages, *Pan troglodytes schweinfurthii*. *Anim. Behav.* 123, 305-316. (doi:10.1016/j.anbehav.2016.10.024)
- Tomasello M, George BL, Kruger AC, Farrar MJ, Evans A. 1985 Le développement de la communication gestuelle chez les jeunes chimpanzés. *J. Hum. Evol.* 14, 175-186. (doi:10.1016/S0047-2484(85)80005-1)
- Tomasello M, Gust D, Frost GT. 1989 A longitudinal investigation of gestural communication in young chimpanzees. *Primates* 30, 35-50. (doi:10.1007/BF02381209)

limite la comparabilité. À l'avenir, nous devons être en mesure de détecter la communication intentionnelle de premier ordre avec une plus grande précision pour comprendre à quel point elle est répandue dans le règne animal et quelles pressions de sélection ont facilité l'évolution de ce type de communication. Le développement de mesures comportementales de l'excitation, validées sur le plan physiologique, est essentiel si nous voulons vraiment comprendre la contribution relative des processus intentionnels de premier ordre et d'ordre zéro à la production de signaux chez les espèces non humaines. En attendant que ces outils soient disponibles, des mesures productives peuvent être prises par les chercheurs individuels qui reconnaissent explicitement les alternatives d'ordre zéro aux marqueurs comportementaux de premier ordre qu'ils utilisent, et une attention renouvelée à l'intentionnalité de second ordre dans les vocalisations produites par des espèces ayant des compétences établies en matière de théorie de l'esprit [35].

Accessibilité des données. Cet article ne contient pas de données supplémentaires.

Contributions des auteurs. K.E.S. a présenté certaines des idées de ce document lors d'un atelier à l'université du Maryland. K.E.G., C.W., N.J.L. et K.E.S. ont discuté de toutes les idées de cet article ; K.E.G., C.W., N.J.L. et K.E.S. ont rédigé l'article et K.E.G. et K.E.S. ont dirigé la révision de l'article.

Intérêts concurrents. Nous déclarons ne pas avoir d'intérêts concurrents.

Financement. Ce travail a été soutenu par l'ERC (subvention n° ERC_CoG 2016_724608).

29. Bates E. 1976 *Language and context : the acquisition of pragmatics*. New York, NY : Academic Press.
30. Cartmill EA, Byrne RW. 2010 Semantics of primate gestures : intentional meanings of orangutan gestures (Sémantique des gestes des primates : significations intentionnelles des gestes des orangs-outans). *Anim. Cogn.* **13**, 793–804. (doi:10.1007/s10071-010-0328-7)
31. Gomez JC. 1994 Mutual awareness in primate communication : a Gricean approach. In *Self-awareness in animals and humans : developmental perspectives* (eds ST Parker, RW Mitchell, ML Boccia), pp. 61–80. New York, NY : Cambridge University Press.
32. Liebal K, Pika S, Call J, Tomasello M. 2004 To move or not to move : how apes adjust to the attentional state of others. *Interact. Stud.* **5**, 199–219. (doi:10.1075/is.5.2.03lie)
33. Bates E, Benigni L, Bretherton I, Camaoni L, Volterra V. 1979 *L'émergence des symboles*. New York, NY : Academic Press.
34. Tomasello M. 2010 *Origins of human communication*. Cambridge, MA : MIT Press.
35. Zuberbühler K, Gomez JC. 2018 Primate intentional communication. Dans *International encyclopedia of anthropology* (éd. H Callan). Londres, Royaume-Uni : Wiley.
36. Hopkins WD, Tagliatalata JP, Leavens DA. 2011 Les chimpanzés ont-ils un contrôle volontaire de leurs expressions faciales et de leurs vocalisations ? In *Primate communication and human language - vocalization, gestures, imitation and deixis in humans and non-humans* (eds A Vilain, J-L Schwartz, C Abry, J Vauclair), pp. 71–88. Amsterdam, The Netherlands : John Benjamins Publishing Company. Voir <http://sro.sussex.ac.uk/13565/>.
37. Demuru E, Ferrari PF, Palagi E. 2015 Emotionality and intentionality in bonobo playful communication. *Anim. Cogn.* **18**, 333–344. (doi:10.1007/s10071-014-0804-6)
38. Waller BM, Caeiro CC, Davila-Ross M. 2015 Orangutans modify facial displays depending on recipient attention. *PeerJ.* **3**, e827. (doi:10.7717/peerj.827)
39. Sherman PW. 1977 Nepotism and the evolution of alarm calls. *Science* **197**, 1246–1253. (doi:10.1126/science.197.4310.1246)
40. Evans CS, Marler P. 1994 Food calling and audience effects in male chickens, *Gallus gallus* : their relationships to food availability, courtship and social facilitation. *Anim. Behav.* **47**, 1159–1170. (doi:10.1006/anbe.1994.1154)
41. Doutrelant C, McGregor PK, Oliveira RF. 2001 L'effet d'un public sur la communication intrasexuelle chez les poissons de combat siamois mâles, *Betta splendens*. *Behav. Ecol.* **12**, 283–286. (doi:10.1093/beheco/12.3.283)
42. Krupp JJ, Kent C, Billeter JC, Azanchi R, So AKC, Schonfeld JA, Smith BP, Lucas C, Levine JD. 2008 Social experience modifies pheromone expression and mating behavior in male *Drosophila melanogaster*. *Curr. Biol.* **18**, 1373–1383. (doi:10.1016/j.cub.2008.07.089)
43. Kent C, Azanchi R, Smith B, Formosa A, Levine JD. 2008 Social context influences chemical communication in *D. melanogaster* males. *Curr. Biol.* **18**, 1384–1389. (doi:10.1016/j.cub.2008.07.088)
44. Miklósi A, Polgárdi R, Topál J, Csányi V. 2000 Intentional behaviour in dog-human communication : an experimental analysis of 'showing' behaviour in the dog. *Anim. Cogn.* **3**, 159–166.
45. Pika S, Bugnyar T. 2011 L'utilisation de gestes référentiels chez les corbeaux (*Corvus corax*) dans la nature. *Nat. Commun.* **2**, 560. (doi:10.1038/ncomms1567)
46. Vail AL, Manica A, Bshary R. 2013 Referential gestures in fish collaborative hunting. *Nat. Commun.* **4**, 1765. (doi:10.1038/ncomms2781)
47. Mocha Y Ben, Mundry R, Pika S. 2019 Joint attention skills in wild Arabian babblers (*Turdoides squamiceps*) : a consequence of cooperative breeding ? *Proc. R. Soc. B* **286**, 20190147. (doi:10.1098/rspb.2019.0147)
48. Schel AM, Townsend SW, Machanda Z, Zuberbühler K, Slocombe KE. 2013 La production de cris d'alarme par les chimpanzés répond aux critères clés de l'intentionnalité. *PLoS ONE* **8**, e76674. (doi:10.1371/journal.pone.0076674)
49. Roberts AI, Vick S-J, Buchanan-Smith HM. 2013 Intentions communicatives chez les chimpanzés sauvages : persistance et élaboration dans la signalisation gestuelle. *Anim. Cogn.* **16**, 187–196. (doi:10.1007/s10071-012-0563-1)
50. Graham KE, Furuichi T, Byrne RW. 2016 Le répertoire gestuel du bonobo sauvage (*Pan paniscus*) : un système de communication mutuellement compris. *Anim. Cogn.* **20**, 171–177. (doi:10.1007/s10071-016-1035-9)
51. Gruber T, Zuberbühler K. 2013 Vocal recruitment for joint travel in wild chimpanzees. *PLoS ONE* **8**, 1–9. (doi:10.1371/journal.pone.0076073).
52. Crockford C, Gruber T, Zuberbühler K. 2018 Chimpanzee quiet hoo variants differ according to context. *R. Soc. open sci.* **5**, 172066. (doi:10.1098/rsos.172066)
53. Zajonc RB. 1965 Facilitation sociale. *Science* **149**, 269–274. (doi:10.1126/science.149.3681.269)
54. Basset R, Behnke RR, Carlile LW, Rogers J. 1973 The effects of positive and negative audience responses on the autonomic arousal of student speakers. *South Speech Commun. J.* **38**, 255–261. (doi:10.1080/10417947309372195)
55. Call J, Tomasello M. 2008 Le chimpanzé a-t-il une théorie de l'esprit ? 30 ans plus tard. *Trends Cogn. Sci.* **12**, 187–192. (doi:10.1016/j.tics.2008.02.010)
56. Povinelli DJ, Vonk J. 2003 Chimpanzee minds : suspiciously human ? *Trends Cogn. Sci.* **7**, 157–160. (doi:10.1016/S1364-6613(03)00053-6)
57. Hobaiter C, Leavens DA, Byrne RW, Leavens DA. 2014 Gestuelle déictique chez les chimpanzés sauvages (*Pan troglodytes*) ? quelques cas possibles. *J. Comp. Psychol.* **128**, 82–87. (doi:10.1037/a0033757)
58. Veà J, Sabatier PJ. 1998 Comportement de pointage spontané chez le chimpanzé pygmée sauvage (*Pan paniscus*). *Folia Primatol.* **69**, 289–290. (doi:10.1159/000021640)
59. Bullinger AF, Zimmermann F, Kaminski J, Tomasello M. 2011 Différents motifs sociaux dans la communication gestuelle des chimpanzés et des enfants humains. *Dev. Sci.* **14**, 58–68. (doi:10.1111/j.1467-7687.2010.00952.x)