

Le langage humain à la lumière de l'évolution

Jean-Louis Dessalles

ParisTech
École Nationale Supérieure des Télécommunications
46 rue Barrault – F-75013 Paris, France
dessalles@enst.fr
www.enst.fr/~jld

ABSTRACT

This paper explores a few consequences of the hypothesis that language evolved for the benefit of speakers. The hypothesis, supported by recent Darwinian scenarios of language emergence, explains why speech production organs were dramatically transformed through evolution, while auditory systems remained practically unchanged. It also explains the need for huge vocabularies and for large episodic memory, and it dismisses the possibility of gesture-first scenarios of language origins.

1. INTRODUCTION

L'étude scientifique des propriétés caractéristiques des espèces animales ne se conçoit pas en dehors de la recherche de leur fonction biologique. Les chercheurs qui étudient la coordination des milliers de muscles de la trompe des proboscidiens ou le comportement bâtisseur de *Castor canadensis* ont une idée de l'avantage que ces animaux tirent de leur particularité. De manière étonnante, l'étude scientifique du langage a longtemps été menée en dehors de tout questionnement sur la fonction biologique de cette particularité humaine. Se poser la question : *À quoi sert le langage ?* permet pourtant de répondre à certaines interrogations et de soulever de nouveaux problèmes, autrement dit de faire progresser notre connaissance de cette faculté unique. Ce papier vise à le démontrer à l'aide de quelques exemples concrets.

Pour des raisons historiques liées à la confusion avec l'origine des langues [29], puis parce que l'on a cru que la faculté de langage était apparue indépendamment de toute pression de sélection ([9], p. 75), la question de la raison d'être du comportement langagier a longtemps été évacuée de l'investigation scientifique. On peut dater le renouveau des recherches sur l'origine du langage de la publication par Steven Pinker et Paul Bloom d'un article [33] qui est parvenu à replacer la question des origines du langage dans un cadre darwinien. Depuis, un nombre important d'ouvrages et d'articles ont abordé cette question, qui s'est montrée d'une richesse insoupçonnée.

Dans ce qui suit, nous exposerons tout d'abord le cadre théorique dans lequel nous nous plaçons, qui est un cadre strictement darwinien. Il nous permettra de conclure que, de manière paradoxale, le langage bénéficie surtout à celui qui parle. Nous en tirerons ensuite un certain

nombre de conséquences concernant le caractère référentiel du langage, la taille disproportionnée du lexique qui justifie une phonologie digitale, la raison d'être de la mémoire épisodique et le caractère universellement oral des langues, malgré la supériorité potentielle du geste comme vecteur d'information.

L'INTÉRÊT BIOLOGIQUE DE LA PAROLE

Une attitude préscientifique répandue consiste à considérer que le langage existe parce qu'il permet à l'espèce qui en est dotée d'échanger des informations utiles sur son environnement. Une telle explication n'est pas recevable dans un cadre darwinien. Les être vivants actuels descendent d'individus qui se sont reproduits davantage, non pas que les individus d'autres espèces, mais que leurs propres congénères. La sélection naturelle résulte d'une compétition intra- et non inter-espèces. Autrement dit, le succès écologique d'une espèce n'a aucune valeur de prédiction quant à son évolution [43].

Les calculs de théorie des jeux appliqués à la théorie de la sélection naturelle [27] ont montré qu'un comportement qui n'est pas dirigé vers des individus apparentés se doit de bénéficier à son auteur pour s'imposer. Dans le cas du langage, la contrainte ne va pas soi. Si le langage véhicule des informations potentiellement utiles, le bénéfice de la prise de parole semble aller intégralement aux auditeurs et non au locuteur, ce qui pose un problème considérable dans un contexte darwinien.

Plusieurs tentatives théoriques ont été faites pour sortir de ce paradoxe. Certaines visent à soustraire le langage aux lois de la nature en en faisant un pur produit des habitudes culturelles ([30], p. 214 ; [39], pp. 94 & 208). Une telle position est difficilement tenable au regard de données comme la position 'anormalement' basse de notre pharynx, qui ne se justifie que s'il s'agit d'une adaptation biologique au langage. Un autre phénomène incompatible avec la théorie purement culturelle nous est donné par l'existence d'universaux langagiers. Citons notamment (voir [16]) :

- la phonologie digitale
- la récursivité centrale dans la syntaxe
- le blocage de la coréférence quant un pronom lie un nom (ex. *elle dit que la sœur de Leila est malade*)
- les lois de la narration (sensibilité à la proximité, à la récence, à l'improbabilité...)

- les lois de l'argumentation (le mécanisme contradiction–abduction–négation)

Ces phénomènes et d'autres, tous spécifique au langage, sont trop profondément ancrés dans la cognition pour qu'on puisse facilement attribuer leur universalité à un hypothétique héritage culturel. Si l'on reconnaît donc un ancrage biologique au langage, le problème revient dans toute son acuité : comment la prise de parole peut-elle profiter au locuteur ?

Les hypothèses avancées pour tenter de résoudre ce problème ne sont pas nombreuses. L'une consiste à voir dans le langage un échange coopératif d'informations utiles, une sorte de troc ([35], p. 28 ; [42] ; [5]). Ainsi, la prise de parole bénéficierait à l'auditeur dans un premier temps, mais également au locuteur dans un second temps lorsque les rôles s'inversent. Malheureusement, cette manière de voir pose de nombreux problèmes [15]. La prise de parole, dans un scénario coopératif, devrait être toujours utilitaire, parcimonieuse et dirigée vers un seul interlocuteur à la fois, de manière à éviter le vol d'information qui ruinerait l'avantage du locuteur. Or, la réalité du langage est bien différente : les prises de paroles de la vie quotidienne ne portent pas systématiquement sur des informations réellement utiles ; il existe plus d'individus bavards en quête de public que de détenteurs d'informations attendant d'être sollicités ; et les individus s'adressent souvent à plusieurs personnes, près de deux en moyenne [20].

La seule hypothèse alternative actuellement disponible est que le langage constitue un moyen d'affichage, ce qui permet de le faire entrer dans le cadre théorique du signal honnête (*honest* ou *costly signalling*) [23], qui est un cas particulier de la théorie du handicap [44]. Cette perspective confère une fonction fondamentale au langage, celle de participer à l'établissement des liens sociaux [21]. Les individus parleraient pour afficher certaines qualités, notamment *la capacité à savoir avant les autres*, qui sont recherchées par les partenaires de coalitions [16]. L'avantage du parleur, dans ce cas, est immédiat : il est de s'attirer ou de conserver les meilleurs alliés auxquels il peut prétendre [19].

Les conséquences d'un tel scénario sont multiples et importantes, comme nous le verrons dans le reste de cet article. La toute première conséquence est que *les pressions sélectives se sont exercées essentiellement sur la production de la parole*, puisque ce sont les locuteurs qui cherchent à afficher certaines qualités. Pour prendre une métaphore, ce sont les marchands font l'effort de dresser un étale et de vanter leur marchandise, tandis que les clients continuent à avoir un comportement normal, se contentant tout au plus de marchander. On s'attend donc à ce que l'essentiel des transformations physiologiques et comportementales liées au langage se situent du côté de la production des sons et des énoncés.

LA PRODUCTION DES SONS

La communication langagière humaine repose sur un mécanisme vocal de production et un mécanisme acoustique d'analyse. D'un point de vue évolutif, la dissymétrie entre les deux est patente. Le système de production des sons s'est considérablement transformé par rapport à ce qu'il est chez les autres primates, alors que les capacités d'audition sont pratiquement restées inchangées, en parfaite conformité avec l'idée que le langage bénéficie essentiellement au locuteur.

L'appareil vocal humain a évolué pour augmenter significativement la cavité résonante constituée par le pharynx, qui est descendu au niveau de la sixième vertèbre, alors qu'il est positionné au niveau de la deuxième vertèbre chez d'autres mammifères comme le chien [4]. Cette position basse pose des problèmes importants, notamment les nombreux accidents liés à l'aspiration de nourriture.¹ Une autre spécificité humaine concerne le contrôle cortical direct de l'appareil vocal, qui offre une commande volontaire précise des muscles laryngés, absente chez les autres primates ([14], p. 250).

Le contraste est saisissant avec les capacités acoustiques, qui n'ont pas connu de changement spectaculaire si on les compare avec celles des primates ou même avec celles des mammifères et des oiseaux. La capacité à discriminer les phonèmes des langues humaines a été démontrée chez des espèces aussi variées que les macaques, les chinchillas, les perruches, les pigeons, les gerbilles et les rats [40]. Le bonobo Kanzi parvient couramment à extraire les mots qu'il connaît d'un flot continu de parole [36]. Si, comme le prévoient certains modèles utilitaires coopératifs de l'évolution du langage, la parole bénéficiait à l'auditeur, la sélection naturelle aurait doté notre espèce de capacités acoustiques surdéveloppées sans rapport avec celles des autres primates et d'oreilles en forme de grands cornets orientables pour donner l'avantage à ceux qui sont capables de voler l'information à autrui ([28], p.351). Les capacités surdéveloppées de l'être humain, en ces matières, se situent plus dans la gorge que dans l'oreille.

Le système phonologique humain est un système combinatoire digital qui nous permet, au sein de chaque langue, d'assembler des sons pour constituer des morphèmes signifiants. Il s'agit d'un système particulièrement efficace qui permet d'émettre typiquement une quinzaine de signaux nouveaux par seconde. Encore une fois, il semble que ce système soit optimisé du côté du locuteur beaucoup plus que du côté de l'auditeur :

“In fact, the temporal resolution capacity of the ear would not be good enough at normal speaking rates to

¹ Par exemple, près de 270 décès ont été causés par l'inhalation ou l'aspiration d'aliments en 1987 au Canada [24]. Le risque justifie que la manœuvre Heimlich fasse partie des techniques de base enseignées aux secouristes.

segregate different phonemes and to perceive their proper order, if phonemes were consecutive bits of sound (Liberman & Mattingly 1985). Nature circumvents this limit imposed by the auditory system by packing the phonemes in such a way that each segment of sound conveys information about several phonemes.” [1]

Certaines études de modélisations montrent que sous des hypothèses simples de contraste acoustique maximal et de déformation minimale, un simple tube doté de points de constriction évolue pour produire des voyelles et des consonnes proches de celles des langues humaines [7]. Ce résultat n’est pas obtenu par une coévolution de l’appareil émetteur et de ‘appareil récepteur, mais seulement du premier, conformément à l’hypothèse selon laquelle la parole avantage avant tout le locuteur.

UN LEXIQUE PLÉTHORIQUE

La fonction biologique de l’appareil phonologique est indéniablement de permettre la communication non ambiguë de nombreux éléments lexicaux différents, et pour cela l’adoption d’un système combinatoire digital constitue une solution efficace [31]. On peut se demander, toutefois, quel avantage représente l’hypertrophie lexicale des langues humaines. Un humain adulte comprend des dizaines de milliers de mots de sa langue maternelle, sans compter les mots qu’il comprend dans les autres langues.² Quelle est la raison d’une telle inflation ? Pour certain auteurs, le langage a essentiellement une fonction utilitaire.

“It is possible to imagine a superintelligent species whose isolated members cleverly negotiated their environment without communicating with one another, but what a waste! There is a fantastic payoff in trading hard-won knowledge with kin and friends, and language is obviously a major means of doing so” ([34], p. 367)

“And, of course, the arrival of natural language would then have hugely facilitated both social co-operation and the acquisition knowledge. [...] For its arrival would have made possible the detailed exchange of information, as well as the intricate but indefinitely flexible co-ordination of activity, which underlies much of the success of our species.” ([8], p.231-232)

“Language allowed our ancestors to share ideas and experiences, and to solve problems in parallel. The adaptive significance of human language is obvious. It pays to talk.” [32]

Cependant, on voit mal comment la communication utilitaire pourrait justifier l’emploi de lexiques pléthoriques. Comme le remarque Robin Dunbar :

[...] most people would, at least until very recently, have supposed that [was language conveys] was related

to information about hunting or the manufacture of tools. ‘There were bison down at the lake yesterday when I was passing there’ or ‘If you want to make an arrowhead, you need to hit the flint nodule right here to strike off a suitable flake’. What is unsatisfactory about such claims is that (a) these kinds of technological activities take up a relatively small proportion of our time and (b) when we do engage in them, we actually rarely use language when doing so. Hunting is often best done in silence, and tool-making is best done by demonstration rather than instruction. ([22], p. 220)

De fait, la plupart des systèmes de communication utilitaire et de coordination se limitent à quelques dizaines de mots ou de signes, si l’on pense par exemple aux échanges liés au contrôle aérien ou à la plongée sous-marine. Les aspects matériels de l’environnement naturel d’*homo sapiens* étant relativement répétitifs, quelques mots et quelques gestes déictiques suffiraient à assurer l’essentiel de la coordination si telle était la fonction de la communication humaine. Or, le lexique de n’importe quelle langue contient une quantité de mots dont les sens sont quasi redondants, ce qui impose une charge considérable pour son apprentissage avec en retour un bien piètre gain, si l’efficacité se mesure à l’utilité des informations transmises.

Why do we bother to learn so many rare words that have practically the same meanings as common words, if language evolved to be practical? ([28], p. 370)

La conclusion inévitable que l’on doit tirer de l’existence de lexiques démesurés est que le langage n’a pas pour fonction première de contribuer à la meilleure satisfaction des besoins humains.

Geoffrey Miller [28] suggère que la richesse du lexique résulte d’une compétition sexuelle amenant les individus à démontrer leur capacité à maîtriser de nombreux concepts. Cette théorie ne va pas sans poser plusieurs problèmes ; parmi les plus importants, citons le fait que les deux sexes participent également au langage dans notre espèce, alors que la théorie de Miller prédit nécessairement un dimorphisme sexuel important quant aux capacités de langage ; un autre problème est que cette théorie ne rend pas compte du contenu des prises de paroles spontanées, qui consiste essentiellement en narrations et en argumentation [16] qui intéressent les deux sexes, alors que la sélection sexuelle aurait dû le cantonner à l’expression de qualités viriles destinées à des auditoires féminins.

Le cadre théorique que nous avons proposé [16] [19] permet de justifier l’existence de lexiques de taille importante. Elle est liée à la qualité première affichée par le langage : montrer que l’on a su avant les autres. Prenons un exemple. Le 6 juillet 2005, 14h00 : certains de mes collègues sortent de leur bureau pour annoncer l’attribution inattendue des Jeux Olympiques de 2012 à la ville de Londres, quant tout le monde pensait que Paris serait choisie. Le comportement de ces collègues est incompréhensible s’il obéit à un réflexe communicationnel forgé pour des raisons utilitaires. Il est clair que tout le monde allait être au courant avant le soir. Si mes

² Le bilinguisme et le trilinguisme sont choses courantes dans les populations de chasseurs cueilleurs, étant donné l’aire géographique limitée des langues et les pratiques exogamiques systématiques.

collègues guettaient le résultat sur Internet et s'ils n'ont pas perdu une seconde pour l'annoncer, ce n'est pas pour augmenter le bien-être collectif, mais bien pour faire valoir leur capacité à savoir les premiers. Dans un tel schéma, ce n'est pas tant l'information elle-même qui importe, mais son originalité.

Si telle est la fonction première du langage : montrer que l'on détient des informations originales, on comprend pourquoi les lexiques ne peuvent pas se limiter à quelques dizaines de mots. Les événements originaux, qui permettent à ceux qui les annoncent de produire un effet sur leurs auditeurs, sont des événements inattendus, qui portent préférentiellement sur des faits rares [17]. Or, pour pouvoir désigner des états de fait rares, il est nécessaire de disposer d'un nombre suffisant de mots.

UNE MÉMOIRE DISPROPORTIONNÉE

Le lexique n'est pas le seul élément disproportionné de notre cognition. Les être humains stockent de nombreuses situations, toutes uniques, après une seule exposition. Cette capacité étonnante est, elle aussi, liée à la production de la parole.

L'observation des conversations quotidiennes montre que les individus consacrent la moitié du temps de parole, soit 10% de leur temps éveillé, à rapporter des faits passés qu'ils cherchent à présenter 'à propos' dans la conversation. L'originalité de tels récits réside dans leur caractère *inattendu*. Ainsi, passant dans une rue de Paris avec son amie, un locuteur montre une école et explique qu'il a été le témoin d'un incendie quelques années plus tôt, et qu'il pouvait voir les flammes sortir de la fenêtre de gauche. Ce comportement narratif qui emplit les conversations humaines est rendu possible par une particularité de notre espèce, la mémoire épisodique [41]. Certains animaux comme les écureuils ou les geais buissonniers (*Aphelocoma californica*) ont une mémoire spécialisée pour la rétention des caches de nourriture [10]. Les grands singes semblent avoir une mémoire de certains événements précis récents [37], mais la généralité, la précision et la taille de la mémoire épisodique humaine en font une capacité sans équivalent connu dans le monde vivant. Certains auteurs ont tenté de justifier cette capacité par son intérêt pratique [6], mais comme pour le lexique, le coût prohibitif d'un tel organe (la matière cérébrale qui stocke ces souvenirs consomme vingt fois plus d'énergie que les muscles [2]) ne saurait être compensé par la mémorisation d'épisodes entièrement instanciés qui ne contribuent que faiblement à l'efficacité de l'apprentissage. Le rôle de la mémoire épisodique, en revanche, prend tout son sens si les individus utilisent les épisodes qu'ils ont conservés en mémoire pour les évoquer dans les situations où ils peuvent apparaître inattendus.

Un événement est d'autant plus inattendu qu'il est plus simple à individualiser que prévu.³ D'où l'importance de

stocker des épisodes parfaitement instanciés. Prenons deux cas extrêmes : (1) le locuteur qui a vu une école en flammes en se rendant à son travail a trouvé la situation très inattendue au moment de l'événement, car elle était facile à individualiser au sein de toutes les classes de situations qui peuvent servir de référence ; (2) s'il mentionne simplement que telle école a brûlé dans le passé, son amie ne voit pas ce qui discerne cette école de tous les bâtiments devant lesquels le couple passe, ni ce qui discerne ce sinistre de tous les incendies qui se produisent chaque année dans Paris. L'effet conversationnel sera faible, et risque de provoquer un rejet du type *So what ?* [25]. Si le locuteur raconte qu'il a personnellement vu les flammes qui sortaient de cette fenêtre à gauche, l'effet sera intermédiaire entre (1) et (2) : en utilisant le témoignage instancié de son ami, l'interlocutrice peut plus facilement individualiser la situation et en apprécie le caractère inattendu.

Le comportement narratif, qui représente environ la moitié des prises de parole, requiert donc d'être capable de stocker et de décrire de manière non ambiguë de très nombreux épisodes. Là encore, la pression de sélection s'exerce sur les locuteurs. Sur le marché des alliances, où les liens sociaux se font et se défont, les individus capables de produire de l'inattendu sont davantage appréciés. L'évolution a favorisé ceux qui disposaient d'un vaste répertoire d'épisodes et des lexiques capables de les décrire de manière non ambiguë.

LE GESTE ET LA PAROLE

Certains auteurs défendent l'idée selon laquelle la communication humaine aurait été gestuelle avant d'être orale, et qu'il n'existe pas de continuité évidente entre les vocalisations des primates et le langage oral humain [11] [12] [3]. Le canal manuel-visuel présente de nombreux avantages en comparaison du canal vocal-auditif, ce qui justifie aux yeux de plusieurs auteurs l'idée selon laquelle son recrutement pour la communication référentielle ait été plus 'facile'. Leonard Talmy identifie un certain nombre d'avantages du canal manuel-visuel [38]. Citons :

- la présence d'une trentaine de paramètres pouvant varier indépendamment, contre 8 seulement pour le canal vocal-auditif
- un fort parallélisme
- des paramètres continus permettant une forte iconicité

Talmy tire argument du caractère fortement digital de la communication sur le canal vocal auditif pour expliquer la supériorité que celui-ci a finalement montrée pour la communication de concepts abstraits. Un argument similaire est proposé par Corballis selon qui l'accumulation des signifiés est incompatible avec un encodage analogique :

la différence de complexité de description : $U = C_{exp} - C_{obs}$, où C_{exp} et C_{obs} désignent respectivement la complexité, au sens de Kolmogorov, attendue et observée [19].

³ D'un point de vue technique, l'inattendu U se mesure à

It would be difficult, for example, to make iconic signs that would distinguish ducks from drakes [...] spoken words cannot be iconic representations of real-world objects or events. They can therefore be calibrated to minimize confusion between physically similar objects. ([12], p. 212).

L'argument est, cependant, discutable. L'exemple des langues des signes démontre que le canal manuel-visuel peut parfaitement servir de support à une transmission digitale. N'étant pas astreint à une iconicité stricte, il peut combiner les avantages des deux systèmes, tout en conservant son parallélisme et le nombre important des paramètres qui peuvent varier indépendamment. Dans ces conditions, le fait que la communication humaine soit spontanément orale et non gestuelle constitue un mystère.

La solution de cette énigme nous est fournie là encore par le constat que le langage a évolué dans l'intérêt du locuteur. Le problème qui se pose à tout locuteur, avant même de faire valoir la qualité de son message (notamment l'inattendu de la situation décrite dans le cas de la communication événementielle), est *d'attirer l'attention des auditeurs*. L'observation des conversations quotidiennes montre qu'elles mettent en scène une compétition, non du côté des auditeurs, mais des locuteurs.

Watch any group of people conversing, and you will see the exact opposite of the behaviour predicted by the kinship and reciprocity theories of language. People compete to say things. They strive to be heard. ([28], p. 350)

Dans un tel contexte compétitif, attirer l'attention des autres devient crucial. Sur ce registre, le canal vocal-auditif possède un avantage décisif sur le canal manuel-visuel, car l'attention auditive des individus est beaucoup plus facile à *forcer* que leur attention visuelle. Il suffit d'observer un groupe de malentendants en train de signer pour s'en persuader. Si l'on suit cet argument, on doit admettre que le langage a eu une composante orale dès ses débuts, dès le stade du geste référentiel déictique. L'argument n'est pas incompatible avec une coévolution de la parole et du geste spontané, au contraire. En revanche, en conférant le primat à la modalité vocale, il exclut les scénarios de type "échafaudage" qui imaginent que l'émergence du langage a dû s'appuyer sur un état antérieur purement gestuel de la communication humaine.

CONCLUSION

Nous avons évoqué dans ce qui précède plusieurs conséquences du fait que le langage a évolué au bénéfice des locuteurs et non, conformément à une idée répandue, au bénéfice des auditeurs. L'activité langagière humaine constitue l'une des *arènes* où se jouent l'établissement et le maintien des liens de solidarité. Compte tenu de leur structure sociale particulière, caractérisée par des coalitions de taille importante, les humains utilisent plusieurs critères pour le choix de leurs alliés. Parmi ces critères, la capacité informationnelle, par laquelle les individus connaissent l'état de leur environnement

physique et social, joue un rôle important. Cette préférence pour les individus bien informés engendre une compétition dans laquelle les locuteurs rivalisent pour afficher leur compétence informationnelle, ce qu'ils font notamment en rapportant tout fait qui peut apparaître inattendu.

Les conséquences de cette compétition sont multiples et en conformité avec ce que nous observons du langage tel qu'il est pratiqué. Nous avons mentionné le caractère non utilitaire de la plupart des prises de parole, le fait que l'appareil phonatoire a évolué bien davantage que l'appareil auditif, le fait que les lexiques atteignent une taille disproportionnée, le fait que les humains maintiennent en mémoire une grande quantité d'épisodes instanciés, et enfin le fait que la communication humaine passe par la parole, alors que tout prédestinait la modalité gestuelle dans ce rôle si le critère premier était l'efficacité.

Le scénario qui voit dans le langage un moyen d'affichage des capacités informationnelles est riche d'autres prédictions. Par exemple, il explique comment l'argumentation a pu naître comme un moyen pour les auditeurs de lutter contre le mensonge, qui permet de produire de l'inattendu à moindre frais lorsque les faits rapportés ne sont pas vérifiables [16].

Le point crucial qui reste à éclaircir réside dans le changement d'organisation social qu'a connu la lignée humaine. L'hypothèse concernant l'importance pour les humains d'afficher leurs capacités informationnelles par le langage repose sur le fait que la connaissance de l'environnement physique et social est essentielle pour la prise de décision collective au sein d'une coalition. Ceci n'a de sens que si les coalitions sont de taille significative, quelque cinq ou dix individus. Chez les chimpanzés mâles, les coalitions n'excèdent pas trois individus [13]. La qualité la plus recherchée est la force physique, et c'est aussi celle qui est préférentiellement affichée. Pour une raison qui reste inconnue, notre lignée a connu une bifurcation, avec l'émergence de coalitions plus vastes. C'est ce changement qui a conféré son importance à la capacité informationnelle, et c'est à ce changement que nous devons de parler.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] O. Aaltonen & E. Uusipaikka. "Why speaking is so easy? - Because talking is like walking with a mouth". In: M. Suominen, A. Arppe & et al. (Eds), *A man of measure: Festschrift in honour of Fred Karlsson*. A special supplement to SKY Journal of Linguistics vol. 19:111-118, 2006.
- [2] L. C. Aiello. "Brains and guts in human evolution: The Expensive Tissue Hypothesis". *Brazilian Journal of Genetics* 20(1):141-148, 1997.
- [3] M. A. Arbib. "Grounding the mirror system hypothesis for the evolution of the language-ready brain". In: A. Cangelosi & D. Parisi (Eds),

- Simulating the evolution of language*. Springer Verlag, London, pages 229-254, 2001.
- [4] R. Barone. *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Vigot, Paris, 1976.
- [5] I. Brinck & P. Gärdenfors. "Co-operation and communication in apes and humans". *Mind and Language* 18(5):484-501, 2003.
- [6] R. Brown & J. Kulik. "Flashbulb memories". *Cognition* 5:73-99, 1977.
- [7] R. Carré. "From an acoustic tube to speech production". *Speech communication* 42:227-240, 2004.
- [8] P. Carruthers. *Language, Thought and Consciousness*. Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1996.
- [9] N. Chomsky. *Réflexions sur le langage*. Flammarion, Paris, 1975 (ed. 1981).
- [10] N. S. Clayton & A. Dickinson. "Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays". *Nature* 395:272-274, 1998.
- [11] M. C. Corballis. "Did language evolve from manual gestures?". In: A. Wray (Ed), *The transition to language*. Oxford University Press, Oxford, UK, pages 161-179, 2002.
- [12] M. C. Corballis. "From hand to mouth: The gestural origins of language". In: M. H. Christiansen & S. Kirby (Eds), *Language Evolution*. Oxford University Press, Oxford, pages 201-218, 2003.
- [13] F. B. M. de Waal. *Chimpanzee politics: power and sex among apes*. The John Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1982 (ed. 1989).
- [14] T. W. Deacon. *The symbolic species*. W.W. Norton & Co., New York, NY, 1997.
- [15] J-L. Dessalles. "Coalition factor in the evolution of non-kin altruism". *Advances in Complex Systems* 2(2):143-172, 1999.
- [16] J-L. Dessalles. *Aux origines du langage : Une histoire naturelle de la parole*. Hermès-sciences, Paris, 2000.
- [17] J-L. Dessalles. "Vers une modélisation de l'intérêt". In: A. Herzig, Y. Lespérance & A-I. Mouaddib (Eds), *Actes des troisièmes journées francophones 'Modèles formels de l'interaction' (MFI-05)*. Cepaduès Editions, Toulouse, 113-122, 2005.
- [18] J-L. Dessalles. "A structural model of intuitive probability". In: D. Fum, F. Del Missier & A. Stocco (Eds), *Proceedings of the seventh International Conference on Cognitive Modeling*. Edizioni Goliardiche, Trieste, IT, pages 86-91, 2006.
- [19] J-L. Dessalles. "Generalised signalling: a possible solution to the paradox of language". In: A. Cangelosi, A. D. M. Smith & K. Smith (Eds), *The evolution of language*. World Scientific, Singapore, pages 75-82, 2006.
- [20] R. I. M. Dunbar, N. Duncan & D. Nettle. "Size and structure of freely forming conversational groups". *Human nature* 6(1):67-78, 1995.
- [21] R. I. M. Dunbar. *Grooming, gossip, and the evolution of language*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1996.
- [22] R. I. M. Dunbar. "The origin and subsequent evolution of language". In: M. H. Christiansen & S. Kirby (Eds), *Language Evolution*. Oxford University Press, Oxford, UK, pages 219-234, 2003
- [23] H. Gintis, E. A. Smith & S. Bowles. "Costly Signaling and Cooperation". *Journal of Theoretical Biology* 213:103-119, 2001.
- [24] R. B. Goldbloom. *The Canadian guide to clinical preventive health care*. Canada Communication Group – Publishing, Ottawa, CA, 1994.
- [25] W. Labov. "Some further steps in narrative analysis". *Journal of Narrative and Life History* 7(1-4):395-415, 1997.
- [26] A. M. Liberman & I. G. Mattingly. "The motor theory of speech perception revised". *Cognition* 21(1):1-36, 1985.
- [27] J. Maynard Smith. *The Theory of Evolution*. Penguin Books, New York, NY, 1958 (ed. 1975).
- [28] G. F. Miller. *The mating mind*. Doubleday, New York, NY, 2000.
- [29] F. J. Newmeyer. "What can the field of linguistics tell us about the origins of language?". In: M. H. Christiansen & S. Kirby (Eds), *Language Evolution*. Oxford University Press, Oxford, UK, pages 58-76, 2003.
- [30] W. Noble & I. Davidson. *Human evolution, language and mind*. Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1996.
- [31] M. A. Nowak, D. C. Krakauer & A. Dress. "An error limit for the evolution of language". *Proceedings of the Royal Society of London* B266:2131-2136, 1999.
- [32] M. A. Nowak & N. L. Komarova. "Towards an evolutionary theory of language". *Trends in cognitive sciences* 5(7):288-295, 2001.
- [33] S. Pinker & P. Bloom. "Natural language and natural selection". *Behavioral and Brain Sciences* 13(4):707-784, 1990.
- [34] S. Pinker. *The language instinct*. Harper Perennial, New York, NY 1994 (ed. 1995).

- [35] S. Pinker. "Language as an adaptation to the cognitive niche". In: M. H. Christiansen & S. Kirby (Eds), *Language Evolution*. Oxford University Press, Oxford, UK, pages 16-37, 2003.
- [36] E. S. Savage-Rumbaugh & R. Lewin. *Kanzi: the ape at the brink of the human mind*. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.
- [37] B. L. Schwartz, M. L. Hoffman & S. Evans. "Episodic-like memory in a gorilla: A review and new findings". *Learning and Motivation* 36:226-244, 2005.
- [38] L. Talmy. "Recombinance in the evolution of language". In: J. E. Cihlar, D. Kaiser & Irene Kimbara (Eds), *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Chicago Linguistic Society*. Chicago Linguistic Society, Chicago, IL, 2004.
- [39] M. Tomasello. *The cultural origins of human cognition*. Harvard university press, Cambridge, MA, 1999.
- [40] J. M. Toro, J. B. Trobalon & N. Sebastián-Gallés. "Effects of backward speech and speaker variability in language discrimination by rats". *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 31(1):95-100, 2005.
- [41] E. Tulving. *Elements of episodic memory*. Oxford University Press, New York, NY, 1983.
- [42] I. Ulbaek. "The origin of language and cognition". In: J. R. Hurford, M. Studdert-Kennedy & C. Knight (Eds), *Approaches to the evolution of language: social and cognitive bases*. Cambridge University Press, pages 30-43, Cambridge, MA, 1998.
- [43] G. C. Williams. *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1966 (ed. 1996).
- [44] A. Zahavi & A. Zahavi. *The handicap principle*. Oxford University Press, New York, NY, 1997.