

**Jacques FRANÇOIS**

[[www.interlingua.fr](http://www.interlingua.fr), 5 janvier 2023]

**Traduction et commentaire introductif de**

**Morten CHRISTIANSEN & Nick CHATER (2017)**  
**“Towards an integrated science of language”**

**NATURE HUMAN BEHAVIOUR 1, 0163 (2017) | DOI: 10.1038/s41562-017-0163 |**  
[www.nature.com/nathumbehav](http://www.nature.com/nathumbehav)

### **Un plaidoyer raisonné contre l'isolement actuel des sciences du langage**

---

Au milieu du 20<sup>e</sup> siècle, la théorie linguistique de la grammaire générative et transformationnelle fondée au Massachusetts Institute of Technology (MIT) a fait entrer tout d'abord la grammaire (cf. Chomsky 1957), puis une large partie des sciences du langage (SdL, cf. Chomsky 1965, 1975) dans une nouvelle ère, celle de leur refondation mathématique, à partir de la notion de structure syntaxique récursive. Se présentant comme une branche des sciences cognitives en émergence à cette époque, cette théorie avait des ambitions interdisciplinaires du côté de la psychologie cognitive (cf. Miller & Chomsky 1963), de la philosophie de l'esprit (cf. Fodor 1975, 1983), de l'intelligence artificielle et de la biologie du langage (cf. Lenneberg 1967 avec une postface de Chomsky, Piatelli-Palmarini dir. 1979).

Mais comme l'explicitent Christiansen & Chater, les appels de Chomsky et ses partenaires en direction des psychologues cognitivistes, des philosophes de l'esprit et des biologistes intéressés par la faculté de langage, n'ont pas été suivis des répercussions attendues. En 1986, un recueil en deux volumes intitulé *Parallel Distributed Processing* (cf. 2 références) a fourni des arguments décisifs à l'encontre de la théorie selon laquelle le « mentalais » (le langage employé par le cerveau humain) aurait un format propositionnel, au même titre que les langages informatiques, et en faveur d'un mode de traitement mental « parallèle et distribué ». Et bien que l'ouvrage pionnier de Lenneberg (*Biological foundations of language*, 1967) ait apporté des observations novatrices, la thèse de la biolinguistique qui en a découlé à partir du début du XXI<sup>e</sup> siècle (cf. Jenkins 2000, Chomsky 2007) n'a pas convaincu une proportion notable de biologistes (voir cependant Fitch 2010).

De ce fait, la conception générativiste (et de moins en moins transformationnelle) du noyau grammatical des SdL est depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle en butte à des critiques fondamentales de la part d'une communauté (voir plus bas) de plus en plus conséquente de linguistes qui souhaitent que les SdL réintègrent l'espace des sciences qu'on peut qualifier de « perméables », c'est-à-dire prêtes à ensemercer d'autres disciplines et à se laisser ensemercer par ces mêmes disciplines.

Toutefois une telle ouverture interdisciplinaire ne peut faire l'économie d'un choix épistémologique délicat : **les SdL se rattachent-elles en priorité aux sciences cognitives ou aux sciences sociales** ? Les auteurs, rattachés l'un et l'autre à des institutions universitaires de sciences cognitives, penchent naturellement du premier côté. Et il n'est pas indifférent qu'en France au CNRS, la psychologie cognitive ait été institutionnellement transférée à la fin du XX<sup>e</sup> siècle du département des Sciences de l'Homme et de la Société vers celui des Sciences de la Nature, attestant ainsi de la dimension de plus en plus neuronale de la discipline. Mais inversement, un courant de la linguistique cognitive (porté notamment par William Croft aux USA et Dirk Geeraerts en Belgique) s'est distingué récemment par une ouverture à la dimension sociale de l'activité de langage. Il se peut donc que l'intégration souhaitée dépasse le cadre des seules sciences cognitives.

### ➤ Les auteurs

**Morten Christiansen** est, avec son partenaire Simon Kirby et leur mentor James Hurford, l'un des trois principaux représentants de ce qu'on pourrait appeler « l'école de linguistique évolutionnaire d'Edimbourg ».

**James Hurford** est l'auteur notamment de *The origins of meaning : Language in the light of evolution I* (2008) et de *The origins of grammar : Language in the light of evolution II* (2011).

**Simon Kirby** est spécialiste de l'application à l'évolution des langues, de la méthode computationnelle d'échange entre agents (en l'occurrences des agents dotés de propriétés linguistiques). Dans ce cadre, il a publié notamment *Function, selection and innateness - the emergence of language universals* en 1999 et il a édité en 2003 avec Christiansen le recueil *Language evolution* (dans la collection *Oxford Studies in the Evolution of Language* fondée en 1996 par J. Hurford et Fr. Newmeyer).

De son côté, Christiansen, enseignant dans le département de psychologie de l'université Cornell aux USA, publie en priorité à l'interface entre linguistique et psychologie évolutionnaire. **Nick Chater** enseigne la science du comportement à la Warwick Business School. Il a régulièrement publié avec Christiansen, notamment deux ouvrages, le premier en 2016, *Creating language: Integrating evolution, acquisition, and processing* (dont l'article traduit ici-même constitue

un résumé) et récemment, en 2022, *The Language Game: How Improvisation Created Language and Changed the World*. Le thème **du jeu des interactions langagières** est essentiel pour tous ces chercheurs, permettant d'une part des simulations informatiques (Hurford et Kirby) et d'autre part des expérimentations psycholinguistiques (Christiansen & Chater).

### **Les protagonistes de la nouvelle recherche interdisciplinaire actuelle sur le langage**

---

Autant il existe bien une communauté structurée des linguistes générativistes partenaires de Chomsky autour notamment, depuis 1970, de la revue *Linguistic inquiry*<sup>1</sup> et de la collection *Linguistic Inquiry Monographs* qui s'y adosse<sup>2</sup>, et depuis 2007, de la revue électronique *Biolinguistics*<sup>3</sup>, autant le courant des linguistes qui défendent une approche interdisciplinaire de la faculté de langage et de l'organisation des langues se borne à partager la récusation de l'une ou l'autre thèse du courant générativiste (cf. François 2018a, chap. 4).

Dès les années 1970, les partisans de la **sémantique générative** (G. Lakoff, J. McCawley, P. Postal, etc.) récusait la place excessive que Chomsky conférait à la syntaxe dans l'architecture du noyau des sciences du langage au détriment d'un équilibre entre les contenus et leurs modes d'expression, tandis que les **linguistes fonctionnalistes** (T. Givón, M.A.K. Halliday, S. Dik, etc.) mettaient en avant la dimension discursive et pragmatique (cf. François 1998).

Dans les années 1980-90 deux communautés mieux structurées sont apparues, celle de la **linguistique cognitive** autour de G. Lakoff, R. Langacker, D. Geeraerts, G. Fauconnier, etc. et celle de la **typologie fonctionnelle** des langues autour de T. Givón, S. Thompson, M. Haspelmath, etc., avec deux prolongements, la nébuleuse des **grammaires de constructions** (Ch. Fillmore et P. Kay, A. Goldberg, W. Croft, etc.) et la théorie de la **grammaticalisation** et des **structures linguistiques en émergence** (P. Hopper, B. Heine, E. Traugott, J. Bybee, etc.) tandis que des spécialistes de la **psychologie du langage** (M. Tomasello, B. MacWhinney, M. Christiansen, etc.) et de la « **microstructure de la cognition** » (P. Smolensky, J. McClelland, D.E. Rumelhart, J. Elman, etc.)

---

<sup>1</sup> MIT Press, <https://direct.mit.edu/ling>

<sup>2</sup> MIT Press, <https://mitprss.mit.edu/search-result-list/?series=linguistic-inquiry-mono-graphs>

<sup>3</sup> <https://bioling.psychopen.eu/index.php/bioling>, Éditeur : Kleanthes K. Grohmann, University of Cyprus, Cyprus

remettaient en cause l'assimilation des processus de la cognition humaine au mode de fonctionnement des ordinateurs de premières générations<sup>4</sup>.

Depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle, les deux orientations de la recherche interdisciplinaire sur le langage les plus prometteuses sont

- la représentation de la transmission du savoir linguistique par le **modèle d'apprentissage itératif** dans une population d'agents (cf. Kirby 1999), et
- la conception des langues comme des **Systèmes Complexes Adaptatifs** (cf. Beckner et al. [Five Graces Group] 2008, Bybee 2010 [chap. 11], Kretzschmar 2015, Patriarca et al. 2020, François, à paraître),

et les travaux de Christiansen & Chater se situent justement à la croisée de ces deux orientations.

### **Remarques au fil des paragraphes<sup>5</sup>**

---

- §1. L'idée d'« *instinct linguistique* » revient à Pinker (1994).
- §2. « *Sciences de la nature* » : les auteurs considèrent implicitement que la linguistique relève de ce type de sciences, ce qui exclut a priori la conception de la linguistique comme science sociale.
- §3. « *un Bauplan génétiquement encodé* ». C'est le postulat de base de la **biolinguistique** (cf. Chomsky 2007). Un postulat alternatif est celui de la **biosémiotique** (cf. François 2018a, chap.8 ; 2018c, chap.5) : toutes les espèces vivantes ont développé des systèmes de signes à différentes échelles de sophistication. Les signes linguistiques ne sont qu'un moyen de communication parmi d'autres (notamment la mimique, la gestuelle et la posture) et nous partageons des procédés de signalisation non linguistique avec les espèces dont le génome est le plus proche du nôtre.
- §4. À l'origine (cf. Chomsky 1965), les deux qualificatifs « génératif » et « transformationnel » étaient indissociables. Mais au fil des remaniements de la théorie, la dimension transformationnelle s'est réduite jusqu'à se limiter dans le *Programme minimaliste* (cf. Chomsky 1995) à une seule transformation de déplacement de constituants sur un arbre syntaxique dont la structure est canonique.
- §5. Le « *traitement informatique du langage naturel* ». Les auteurs laissent dans l'ombre un facteur décisif qui a contribué au développement d'une

---

<sup>4</sup> La plupart des références utiles sur ces orientations actuelles de recherche linguistique figurent dans la bibliographie de François (2018a).

<sup>5</sup> La distribution des paragraphes originaux n'a été que partiellement respectée pour régulariser la pagination.

part de la traduction automatique et d'autre part des grammaires de constructions ( $\Rightarrow$  § 8) : il s'agit de la **fréquence des combinaisons de mots dans un type de discours**. Établir cette fréquence à l'oral reste une tâche ardue, mais à l'écrit l'expansion rapide des grands corpus textuels a permis de développer pour les langues modernes une pratique traditionnelle chez les philologues et exégètes, celle des concordances.

- § 6. Le verbe ***diverge*** concerne ici non pas des divergences d'opinion entre pratiquants de différentes disciplines au sein des SdL, mais une distanciation à l'égard de ce que Chomsky désignait audacieusement en 1965 comme le « *modèle standard* ». Ce jugement s'applique en priorité aux USA où la recherche linguistique est pionnière depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle. Dans ce qu'on a appelé le « structuralisme européen » (dans le sillage du *Cours de linguistique générale* de Saussure) et même au Canada, la grammaire générative et transformationnelle a suscité un engouement jusque dans les manuels scolaires dans les années 1970-80, mais elle n'a jamais acquis le statut de référence incontournable.
- §7. Se confronter aux modèles de pensée de spécialistes de sciences diverses à propos d'un objet d'étude commun, en l'occurrence la faculté abstraite de langage dans son rapport à l'activité langagière concrète, est certes déstabilisant et le risque de *qui pro quo* n'est pas négligeable. Cependant il est périlleux de s'engager, comme tendent à le faire actuellement les biolinguistes, dans un rapprochement entre deux familles de chercheurs relativement minoritaires, chacune dans son domaine de compétence. De fait, Chomsky a publié en 2002 une étude qui a fait grand bruit en collaboration avec deux spécialistes de biologie évolutionnaire, Marc Hauser et W.T. Fitch. Cependant, cette étude a fait l'objet d'une critique drastique de la part de deux chercheurs en sciences cognitives, R. Jackendoff et St. Pinker (2004) et les autres spécialistes de la biologie du langage se sont distanciés de leurs collègues, faisant plutôt état de nouvelles découvertes, comme celle du rôle des neurones-miroirs dans l'échange de signaux, entre autres linguistiques (cf. Arbib 2012).
- §8. L'argumentation des auteurs en faveur du nouveau paradigme des Grammaires de Constructions est trop rapide pour être convaincante. On peut se reporter pour plus de détails à François (2008) et François (dir. 2022).
- §9. Les études sur l'acquisition du langage (notamment celles de MacWhinney 1999 et de Tomasello 2003) insistent sur la capacité des enfants à « faire leur marché » parmi une multitude d'indices dont ils s'assurent qu'ils sont potentiellement pertinents en raison de leur

exploitation antérieure efficace. S'il y a une hiérarchie entre ces indices, elle ne tient manifestement pas à l'ordonnement canonique d'un jeu de règles, mais à l'expérience acquise au coup par coup.

- §10. La variété morphosyntaxique des langues a été l'un des obstacles majeurs auxquels la grammaire générative et transformationnelle a dû se confronter parce qu'elle était initialement adaptée à l'anglais ou plus généralement aux langues européennes. C'est ce qui a conduit des linguistes adeptes de la formalisation des structures, mais soucieux de fournir un accès direct à celles de langues de types extra-européens, par ex. amérindiennes (R. van Valin, A. Aikhenvald), africaines (B. Heine, Z. Frayzingier) ou australiennes (R. Dixon), à proposer des modélisations alternatives.
- § 13. L'évolution culturelle d'une langue dépend manifestement du volume des échanges qu'elle entretient avec des populations exolingues (avec lesquelles la communication est a priori réduite au strict minimum). C'est ainsi par ex. que parmi les langues austronésiennes, le **malais-indonésien** a simplifié ses structures par rapport aux autres langues de la famille, notamment le tagalog des Philippines, en raison de la fonction de plaque tournante commerciale de l'île de Java. Un processus inverse a été à l'origine de l'éventail des **langues romanes** à la suite de la chute de l'Empire romain d'occident à la fin du 5<sup>e</sup> siècle : les institutions (administration, armée, école) qui avaient maintenu l'unité de la langue latine, au moins écrite, depuis un millénaire dans la partie occidentale de l'espace méditerranéen ont disparu, les échanges commerciaux se sont réduits et la langue parlée dans chaque région a évolué avec un certain degré d'indépendance, la plus différenciée étant la langue d'oïl au nord de la Loire en raison de l'installation de populations franques.
- §15. L'expression : *les langues ont été sélectionnées pour être aussi faciles à apprendre que possible* donne l'impression qu'une instance tutélaire a effectué cette sélection, de même que les concepteurs de smartphones ont sélectionné un mode de présentation du clavier et des écrans ergonomique de manière à ce qu'ils soient le mieux adaptés aux yeux, aux routines d'emploi et aux doigts des usagers. En outre, comment s'imaginer que par ex. l'islandais (dans la famille germanique), conservant depuis des siècles un nombre très élevé de classes de flexion nominale, soit resté « facile à apprendre » sans se simplifier drastiquement, comme l'a fait le malais-indonésien ? La conservation au fil des siècles de la complexité structurale d'une langue dépend du volume des échanges avec des étrangers. Dans le cas de l'Islande, les scandinaves qui ont décidé durant le Moyen-âge de s'installer sur les terres inhospitalières de l'Islande parlaient la même langue que les

Norvégiens. Mais les contacts maritimes avec les côtes scandinaves ont été négligeables jusqu'à l'époque moderne, si bien que l'islandais actuel, parlé par une faible population dans un espace réduite, n'a presque pas évolué, au point que ses habitants sont apparemment encore capables de lire les sagas des 12<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> siècles, mais que dans le même temps les langues scandinaves ont évolué et se comprennent entre le Danemark, la Suède et la Norvège.

- § 17. Si dans les années 1960-70, la recherche d'avant-garde en SdL recherchait l'aval des mathématiciens, depuis de la neuro-imagerie et du séquençage du génome humain, c'est de ces deux côtés qu'elle se tourne désormais. Il va de soi que la localisation cérébrale de l'activité linguistique par la neuro-imagerie fonctionnelle et celle de ses défaillances par la neuro-imagerie clinique (cf. Lamb 1999, Houdé et al. 2002, François 1998a : 370-9) représente une avancée majeure, tout comme le calcul du degré de recouvrement entre le génome humain et celui des autres primates. Cependant les auteurs insistent à juste titre sur la combinaison inéluctable entre les « biais du cerveau » qui découlent de l'évolution de l'espèce humaine et les acquis culturels amassés de génération en génération, par ex. l'aptitude à bâtir collectivement à l'aide du langage des univers fictionnels parallèles (voir le succès planétaire du *Seigneur des anneaux* de J.R.R. Tolkien, un philologue professionnel).
- § 18. J'ai mentionné plus haut l'approche très différente de la biolinguistique chomkyenne et de la biosémiotique, la première mettant en avant les prédispositions innées à la communication linguistique et surtout à l'expression de la pensée calculatoire, la seconde étant centrée sur l'évolution des systèmes de signes bâtis par chaque espèce vivante, des populations de bactéries aux populations humaines (cf. Lotman 2005, Augustyn 2013, Nöth 2015, François 2018c).

## Références

---

- Arbib M. (2012), *How the brain got language : the mirror system hypothesis*. Oxford / New-York : Oxford University Press
- Augustyn Prisca (2013), "What connects biolinguistics and biosemiotics?" *Biolinguistics*, 7 , 96-111.
- Beckner C. et 7 co-auteurs [ ⇒ Five Graces Group] (2009), "Language is a complex adaptive system : position paper". *Language Learning* 59 : Suppl. 1 :1-26
- Bybee J. (2010), *Language, usage and cognition*. Cambridge, UK : Cambridge University Press

- Christiansen M. / Kirby S. (eds. 2003), *Language evolution*. Oxford / New-York : Oxford University Press
- Chomsky N. (1957), *Syntactic structures*. Cambridge, MA : MIT-Press [trad. 1979, *Structures syntaxiques*. Paris : Points essais]
- Chomsky N. (1965), *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MA : MIT Press [Trad. 1971, *Aspects de la théorie syntaxique*. Paris : Le Seuil]
- Chomsky N. (1967) , “The formal nature of language”. Postface à E. Lenneberg (1967 : 397-442).
- Chomsky N. (1975), *Reflections on language*. New York: Pantheon Books
- Chomsky N. (1995), *The minimalist program*. Cambridge, MA : MIT-Press
- Chomsky N. (2007), "Of minds and languages". *Biolinguistics* 1 : 9-27
- Christiansen M. / Chater N. (2016), *Creating language: Integrating evolution, acquisition, and processing*
- Christiansen M. / Chater N. (2022), *The Language Game: How Improvisation Created Language and Changed the World*
- Christiansen M. / Kirby S. (eds, 2003), *Language evolution*
- Etard O. / Tsourio-Mazoyer N. (2002), “La production et la compréhension du langage”. In : O. Houdé, B. Mazoyer & N. Tsourio-Mazoyer (dir.), *Cerveau et psychologie – Introduction à l’imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*. Paris : Presses Universitaires de France : 469-498.
- Fitch W.T. (2010), *The evolution of language*. Cambridge (GB) : Cambridge University Press
- Fodor J. (1975), *The language of thought*. Cambridge (MA) : Harvard University Press.
- Fodor J. (1983), *The modularity of mind* . Cambridge (MA) : MIT Press [trad. 1986, *La modularité de l’esprit*. Paris : Éditions de Minuit]
- François J. (1998), « Grammaire fonctionnelle et dynamique des langues : de nouveaux modèles d’inspiration cognitive et biologique ». *Verbum* XX-3 : 233-256.
- François J. (2008), *Les grammaires de constructions : un édifice bâti aux quatre vents*. Cahiers du CRISCO (Univ. Caen), 2008, pp.1-19. fhal-01845511f
- François J. (2018a), *De la généalogie des langues à la génétique du langage – Une documentation interdisciplinaire raisonnée*, Bibliothèque de la Société de Linguistique de Paris. Louvain : Peeters
- François J. (2018b), *La genèse du langage et des langues*. Auxerre : Éditions Sciences Humaines.
- François J. (2018c), « L’évolution de la faculté de langage entre la biolinguistique fondée par Lenneberg et la biosémiotique fondée par Thomas Sebeok ». In : R. Arboleda Toro / M.A. Mahecha Bermúdez (eds,



- 2020), *Horizontes biolingüísticos - Tras las huellas de Eric Lenneberg*. Cap.5. Bogota : Independently published.
- François J. (dir. 2022), *L'expansion pluridisciplinaire des grammaires de constructions*. Caen : Presses Universitaires de Caen.
- François J. (à paraître en 2023), « Pourquoi les langues sont des systèmes complexes adaptatifs ». LINX (Université de Paris Ouest - la Défense).
- Hauser M / Chomsky N / Fitch W.T. (2002), "The faculty of language : What is it, who has it, and how did it evolve ?" *Science* 298 : 1569-1579
- Hurford J. (2007), *The origins of meaning* [Language in the Light of Evolution 1]. Oxford / New-York : Oxford University Press [Studies in the Evolution of Language 8]
- Hurford J. (2011), *The origins of grammar* [Language in the Light of Evolution 12]. Oxford / New-York : Oxford University Press [Studies in the Evolution of Language 15]
- Jackendoff R. / Pinker S. (2005), "The nature of the language faculty and its implications for evolution of language (Reply to Fitch, Hauser, and Chomsky)". *Cognition* 97 : 211-22
- Jenkins L. (2000), *Biolinguistics - Exploring the biology of Language*. Cambridge (GB) : Cambridge University Press
- Kirby S. (1999), *Function, selection and innateness - the emergence of language universals*. Oxford - New-York : Oxford University Press
- Kretzschmar W. (2015), *Language and complex systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lamb S. (1999), *Pathways of the brain : The neurocognitive basis of language*. Amsterdam / Philadelphia : Benjamins
- Lenneberg E. (1967), *Biological foundations of language*. New-York : Wiley.
- Lotman J. (2005), "On the semiosphere". *Sign Systems Studies* 33(1):205-229
- MacWhinney B. (ed.1999), *The emergence of language*. Londres : Routledge
- McClelland J.L. / Rumelhart D.E. (1987), *Parallel Distributed Processing, Volume 2: Explorations in the Microstructure of Cognition: Psychological and Biological Models*. Cambridge (MA) : MIT Press.
- Miller G. / Chomsky N. (1963), "Finitary models of language users". In D. Luce (ed.), *Handbook of Mathematical Psychology*. John Wiley & Sons. pp. 2--419
- Nöth Winfried (2015), "Biolinguistics and biosemiotics", in E. Velmezova, K. Kull & St.J. Cowley (eds.), *Biosemiotic perspectives on language and linguistics.*, 151-168. Heidelberg, etc. : Springer [Biosemiotics, vol.13]v

- Patriarca M. / E. Heinsalu E. / Léonard J.L. (2020), *Languages in space and time : Models and methods from Complex System Theory*. Cambridge University Press.
- Piattelli-Palmarini M. (dir. 1979), *Théories du langage, théories de l'apprentissage: le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky*, Centre Royaumont pour une science de l'homme. Éditions du Seuil
- Pinker S. (1994), *The language instinct*. New York : W. Morrow and Co [trad. 1999, *L'instinct du langage*. Paris : Odile Jacob].
- Rumelhart D.E. / McClelland J.L. (1987), *Parallel Distributed Processing - Explorations in the Microstructure of Cognition: Foundations*. Cambridge (MA) : MIT Press.
- Tomasello M. (2003), *Constructing a language : A usage-based theory of language acquisition*. Cambridge, MA : Harvard University Press

## Towards an integrated science of language

### Vers une science du langage intégrée

Morten H. Christiansen and Nick Chater

*It has long been assumed that grammar is a system of abstract rules, that the world's languages follow universal patterns, and that we are born with a 'language instinct'. But an alternative paradigm that focuses on how we learn and use language is emerging, overturning these assumptions and many more.*

1

*On a longtemps pensé que la grammaire était un système de règles abstraites, que les langues du monde suivaient des modèles universels et que nous étions nés avec un "instinct linguistique". Mais un autre paradigme, axé sur la façon dont nous apprenons et utilisons le langage, est en train d'émerger, renversant ces hypothèses et bien d'autres encore.*

The philosopher Susan Haack<sup>1</sup> likens science to a crossword puzzle. In crosswords, the harder the clues, the more we benefit from their interrelations: 3 down helps us to solve 5 across and vice versa. This logic underpins the power of integration across methods and levels of explanation throughout the natural sciences. Yet the study of language has too often taken precisely the opposite approach. Research on syntax, semantics, language typology and change, computational linguistics, language processing, child language acquisition and language evolution has become disconnected, and their proposals hopelessly incompatible. But allowing the language sciences to fragment is like trying to solve a crossword by first treating each clue independently, and only trying to fit them together at the very end — a strategy that is surely doomed to fail.

2

La philosophe Susan Haack<sup>1</sup> compare la science à un problème de mots croisés. Dans les mots croisés, plus les indices sont ténus, plus nous bénéficions de leurs interrelations : 3 vertical nous aide à résoudre 5 horizontal et vice versa. Cette logique sous-tend la puissance de l'intégration entre les méthodes et les niveaux d'explication dans l'ensemble des sciences de la nature. Pourtant, l'étude du langage a trop souvent adopté l'approche inverse. Les recherches sur la syntaxe, la sémantique, la typologie et l'évolution des langues, la linguistique informatique, le traitement du langage, l'acquisition du langage chez l'enfant et l'évolution du langage se sont dissociées les unes des autres, et leurs thèses sont désespérément incompatibles. Mais laisser les sciences du langage se fragmenter, c'est comme essayer de résoudre un problème de mots croisés en traitant d'abord chaque indice indépendamment, et en essayant de les assembler seulement à la toute fin - une stratégie sûrement vouée à l'échec.

Fortunately, an alternative synthesis is beginning to emerge in the language sciences, fuelled by cross-disciplinary work. This synthesis overturns past assumptions about the nature of grammar, reconnects language processing and learning with basic cognitive principles, and sees language as a product of cultural evolution — not guided by a genetically encoded 'Bauplan'.

3

Heureusement, une synthèse alternative commence à émerger dans les sciences du langage, alimentée par des travaux interdisciplinaires. Cette synthèse renverse les hypothèses passées sur la nature de la grammaire, reconnecte le traitement et l'apprentissage du langage avec les principes cognitifs de base, et considère le langage comme un produit de l'évolution culturelle - et non comme guidé par un "Bauplan" [all. schéma de construction] génétiquement encodé.

Optimism and retreat		Optimisme et reflux
<p>The modern era in the study of language began in the 1950s with Noam Chomsky's invention of transformational grammar: a mathematically rigorous system of rules aiming to generate the grammatical sentences of each natural language. Transformational grammar itself underwent various important theoretical developments and soon became associated with some striking claims: that all human languages follow the same deep universal patterns; that this 'universal grammar' is innate and unfolds gradually during language development in the same way that a chicken grows a wing; and that evolution of language is instantaneous, perhaps arising from a sudden large-scale genetic mutation.</p> <p>The generative grammar project initially promised to forge important links across disciplines. Psychologists searched for traces of linguistic transformations in language processing times; developmentalists tried to interpret child language as generative grammar 'in flux'; engineers tried to incorporate generative grammar into their natural language systems; neuroscientists and geneticists searched for the biological roots of universal grammar; and students of language variation assessed the universality of the supposedly universal principles.</p>	4	<p>L'ère moderne de l'étude du langage a débuté dans les années 1950 avec l'invention par Noam Chomsky de la grammaire transformationnelle : un système de règles mathématiquement rigoureux visant à générer les phrases grammaticales de chaque langue naturelle. La grammaire transformationnelle a fait l'objet de plusieurs développements théoriques importants et a rapidement été associée à des affirmations saisissantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ toutes les langues humaines suivent les mêmes modèles universels profonds ;</li> <li>▪ cette "grammaire universelle" est innée et se déploie progressivement au cours du développement du langage, de la même manière que pousse l'aile d'un poulet ;</li> <li>▪ et l'évolution du langage a été instantanée, peut-être à la suite d'une mutation génétique soudaine et à grande échelle.</li> </ul> <p>Le projet de grammaire générative promettait initialement de tisser des liens importants entre les disciplines.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les chercheurs en psychologie [cognitive] ont cherché des traces de transformations linguistiques dans les temps de traitement du langage ;</li> <li>▪ les spécialistes de psychologie développementale ont essayé d'interpréter le langage des enfants comme une grammaire générative "en évolution" ;</li> <li>▪ les ingénieurs ont essayé d'incorporer la grammaire générative dans leurs systèmes de langage naturel ;</li> <li>▪ les neuroscientifiques et les généticiens ont cherché les racines biologiques de la grammaire universelle ; et les spécialistes de la variation entre les langues ont évalué l'universalité des principes supposés universels.</li> </ul>
<p>Yet, these initially hopeful developments, and their many variations, soon foundered. Psychologists could find no evidence of transformations. Child language could only fit the generative story with extreme assumptions (for example, children are not making mistakes but simply speaking a language other than the one to which they're exposed; or that two-word utterances are complex sentences with lots of material for some reason deleted). Linguistics seemed unable to assist computer-based natural language processing, as illustrated by the IBM (International Business Machines) engineer, Fred Jelinek, who famously remarked that "Every time we fire a linguist, the performance of our system goes up."<sup>2</sup> Neuroscience could not isolate special machinery for language, and 'language genes' proved illusory. And the world's languages appeared replete with counter-examples to universal patterns<sup>3</sup>.</p>	5	<p>Pourtant, ces développements initialement prometteurs, et leurs nombreuses variantes, ont rapidement échoué. Les psychologues n'ont pu trouver aucune preuve de transformations. Le langage des enfants ne pouvait se conformer au récit générativiste qu'au prix d'hypothèses extrêmes (stipulant par exemple que les enfants ne font pas d'erreurs mais parlent simplement une autre langue que celle à laquelle ils sont exposés ; ou que les énoncés de deux mots sont des phrases complexes avec beaucoup de matière supprimée pour une raison ou pour une autre). La linguistique semblait incapable d'aider au traitement informatique du langage naturel, comme l'a illustré l'ingénieur d'IBM (International Business Machines), Fred Jelinek, en faisant la remarque suivante qui a fait date : "Chaque fois que nous renvoyons un linguiste, les performances de notre système augmentent"<sup>2</sup>. Les neurosciences n'ont pas pu isoler de mécanismes spécialement dédiés au langage et les "gènes du langage" se sont révélés illusoire. Enfin, il est apparu que les langues du monde regorgent de contre-exemples aux modèles universels<sup>3</sup>.</p>

Some researchers valiantly struggled to resolve these problems; but the mainstream reaction was to ignore them. Theoretical linguists, psycholinguists, child-language researchers, computational linguists, biologists interested in language, field linguists, and more, began to diverge, often to the point of mutual theoretical incomprehension. Indeed, mainstream linguistic theory began to actively create distinctions (for example, competence versus performance, core versus periphery, learning a language versus processing that language; language change versus language evolution) that aimed to justify sealing off these different disciplinary perspectives on language from one another.

In the physical and biological sciences, of course, integration and interaction between levels of analysis and diverse data is ubiquitous (particle physicists work with cosmologists; evolutionary theorists with geologists; embryologists with geneticists; and so on). The crossword of nature can only be solved by integration and relentless interaction across disciplines. Many mainstream linguists talk of linguistics as part of biology, or draw parallels between theoretical linguistics and theoretical physics — but the reality could not be more different.

### Towards an alternative synthesis

At the heart of this emerging alternative framework are constructions<sup>4</sup>, which are learned pairings of form and meaning ranging from meaningful parts of words (such as word endings, for example, '-s', '-ing') and words themselves (for example, 'penguin') to multiword sequences (for example, 'cup of tea') to lexical patterns and schemas (such as, 'the X-er, the Y-er', for example, 'the bigger, the better'). The quasi-regular nature of such construction grammars allows them to capture both the rule-like patterns as well as the myriad of exceptions that often are excluded by fiat from the old view built on abstract rules. From this point of view, learning a language is learning the skill of using constructions to understand and produce language.

6 Certains chercheurs ont vaillamment lutté pour résoudre ces problèmes, mais la réaction du courant dominant a été de les ignorer. Les linguistes théoriques, les psycholinguistes, les chercheurs en langage enfantin, les chercheurs en linguistique computationnelle, les biologistes intéressés par le langage, les linguistes de terrain, et bien d'autres encore, ont commencé à avoir des opinions divergentes, souvent jusqu'à l'incompréhension théorique mutuelle. En effet, la théorie linguistique dominante a commencé à créer activement des différenciations (par exemple, la compétence par opposition à la performance, le noyau par opposition à la périphérie, l'apprentissage d'une langue par opposition au traitement de cette langue ; le changement de langue par opposition à l'évolution de la langue) qui visaient à justifier le divorce entre ces différentes approches disciplinaires sur le langage.

7 Dans les sciences physiques et biologiques, bien sûr, l'intégration et l'interaction entre les niveaux d'analyse et les diverses données sont omniprésentes (les physiciens des particules travaillent avec les cosmologistes, les théoriciens de l'évolution avec les géologues, les embryologistes avec les généticiens, etc.) Les mots croisés de la nature ne peuvent être résolus que par l'intégration et l'interaction incessante entre les disciplines. De nombreux linguistes du courant dominant parlent de la linguistique comme d'une partie de la biologie, ou établissent des parallèles entre la linguistique théorique et la physique théorique - mais la réalité ne pourrait être plus différente.

### Une synthèse alternative en vue

8 Au cœur de ce cadre alternatif émergent se trouvent les constructions<sup>4</sup>, qui sont des paires apprises entre une forme et une signification allant des parties significatives des mots (telles que les terminaisons de mots, par exemple, '-s', '-ing') et les mots eux-mêmes (par exemple, 'pingouin') aux séquences de plusieurs mots (par exemple, 'tasse de thé') aux modèles et schémas lexicaux (tels que « plus P1, plus P2 », par ex., "*plus c'est grand, meilleur c'est*"). La nature quasi-régulière de ces grammaires de constructions leur permet de capturer à la fois les modèles de type 'règle' et la myriade d'exceptions qui sont souvent écartées d'office par l'ancienne vision construite sur des règles abstraites. De ce point de vue, apprendre une langue, c'est apprendre la compétence d'utiliser des constructions pour comprendre et produire du langage.

So, whereas the traditional perspective viewed the child as a mini-linguist with the daunting task of deducing a formal grammar from limited input, the construction-based framework sees the child as a developing language-user, gradually honing her language-processing skills. This requires no putative universal grammar but, instead, sensitivity to multiple sources of probabilistic information available in the linguistic input: from the sound of words to their co-occurrence patterns to information from semantic and pragmatic contexts. Computational analyses of speech addressed to children have revealed that there is much more information available to the child than previously assumed<sup>5</sup>. For example, word categories and meanings can partly be inferred through statistical analysis of which words and phrases occur together; and cross-linguistic analyses show that nouns and verbs tend to sound different, with subsequent experiments showing that children use such cues to help learn new words, and that adults also rely on them during sentence processing<sup>6</sup>.

Intriguingly, engineers working on systems that need to respond in real-time to human speech have also arrived at similar local pattern-matching solutions. Take, for example, the speech recognition systems that we all now have on our cell phones. If you ask what the temperature is outside, a delay of even a couple of seconds makes the answer feel awkward and unnatural. Artificial speech recognition systems therefore must also process language in the here-and-now.

The strategies they employ are revealing: they rely on probabilistic pattern matching with respect to individual words, multiword strings, or parts of strings with 'wild cards' (for example, 'what's your X', where X can be instantiated by somebody's name), but not syntactic trees generated by abstract rules. They also incorporate as much prior context or other background knowledge (for example, content area being discussed) as possible to ensure that they are right-first-time (or at least, most of the time). So, paradoxically, any computer that we can really converse with, like HAL in Stanley Kubrick's *2001: A Space Odyssey*, may need to build in a human-like Now-or-Never bottleneck.

9

Ainsi, alors que l'approche traditionnelle considérait l'enfant comme un mini-linguiste soumis à la tâche intimidante de déduire une grammaire formelle à partir d'un apport limité, le cadre basé sur la construction voit l'enfant comme un utilisateur de la langue en développement, affinant progressivement ses compétences en matière de traitement de la langue. Cela ne nécessite pas l'hypothèse d'une grammaire universelle mais implique, à la place, une sensibilité à de multiples sources d'informations probabilistes disponibles dans l'entrée linguistique : de la sonorité des mots à leurs schémas de co-occurrence en passant par les informations provenant des contextes sémantique et pragmatique. Les analyses informatiques de la parole adressée aux enfants ont révélé que l'enfant dispose de beaucoup plus d'informations qu'on ne le pensait auparavant<sup>5</sup>. Par exemple, les catégories et les significations des mots peuvent être partiellement déduites par l'analyse statistique des mots et des syntagmes qui figurent régulièrement ensemble ; les analyses interlangues montrent que les noms et les verbes ont tendance à présenter un profil sonore différent, et des expériences ultérieures ont montré que les enfants utilisent ces indices pour apprendre de nouveaux mots, et que les adultes s'y fient également pendant le traitement des phrases<sup>6</sup>.

10

Il est intrigant de constater que les ingénieurs travaillant sur des systèmes qui doivent répondre en temps réel à la parole humaine sont également parvenus à des solutions similaires de correspondance locales entre formes. Prenez, par exemple, les systèmes de reconnaissance vocale que nous avons tous sur nos téléphones portables. Si vous demandez quelle est la température extérieure, un retard, même de quelques secondes, rend la réponse maladroitement et peu naturelle. Les systèmes artificiels de reconnaissance vocale doivent donc également traiter le langage dans l'instant présent.

11

Les stratégies qu'ils emploient sont révélatrices : elles s'appuient sur une correspondance probabiliste entre motifs concernant des mots pris individuellement ou en chaîne avec éventuellement un joker (par ex. "*Quel est votre X*", où X peut être instancié par le nom d'une personne), mais pas sur des arbres syntaxiques générés par des règles abstraites. En outre elles intègrent autant d'informations que possible sur le contexte antérieur ou d'autres connaissances de base (par exemple, le domaine thématique abordé) pour s'assurer qu'elles visent juste du premier coup (ou du moins, la plupart du temps). Ainsi, paradoxalement, tout ordinateur permettant une conversation réelle, comme HAL dans le film de Stanley Kubrick *2001 : L'Odyssée de l'espace*, devra peut-être intégrer un goulot d'étranglement de type "maintenant ou jamais" comme chez les humains.

Language and cultural evolution		Le langage et l'évolution culturelle
<p>The construction-based framework also naturally accommodates the awe-inspiring diversity of the world's languages<sup>3</sup>. Languages variously employ tones, clicks, or manual signs to signal differences in meaning; some apparently lacking the noun–verb distinction (for example, Straits Salish), whereas others have a proliferation of fine-grained syntactic categories (for example, Tzeltal); some are without morphology (for example, Mandarin), while others use it to pack a whole sentence into a single word (for example, Cayuga). Of course, cross-linguistically recurring patterns do emerge due to similarity in cognitive constraints and culture/ history, but such patterns are probabilistic tendencies, not the rigid properties of a universal grammar.</p> <p>Individual languages change over time through processes of cultural evolution, in ways that resemble biological evolution, as already noted by Darwin<sup>8</sup>. Constructions that are more easily squeezed through the Now-or-Never bottleneck, or more communicatively useful, will tend to proliferate. Thus, the origin of language requires no genetic leap, but the cumulative cultural evolution of language itself<sup>6</sup>.</p>	<p>12</p> <p>13</p>	<p>Le cadre théorique des grammaires de constructions s'adapte aussi naturellement à l'impressionnante diversité des langues du monde<sup>3</sup>. Les langues emploient diversement des tons, des clics ou des signes manuels pour signaler des différences de sens ; certaines n'ont apparemment pas de distinction nom-verbe (par exemple, le Salish du détroit de Vancouver), tandis que d'autres ont une prolifération de catégories syntaxiques fines (par exemple, le Tzeltal) ; certaines n'ont pas de morphologie (par exemple, le mandarin), tandis que d'autres l'utilisent pour faire tenir une phrase entière dans un seul mot (par exemple, le Cayuga). Bien sûr, des modèles récurrents interlangues émergent en raison de la similitude des contraintes cognitives et de la culture/histoire, mais ces modèles sont des tendances probabilistes, et non les propriétés rigides d'une grammaire universelle.</p> <p>Toutes les langues changent au fil du temps par le biais de processus d'évolution culturelle, d'une manière qui ressemble à l'évolution biologique, comme l'avait déjà noté Darwin<sup>8</sup>. Les constructions qui franchissent plus facilement le goulot d'étranglement du "maintenant ou jamais", ou qui sont plus utiles sur le plan de la communication, auront tendance à proliférer. Ainsi, l'origine du langage ne nécessite pas de saut génétique, mais l'évolution culturelle cumulative du langage lui-même<sup>6</sup>.</p>
<p><b>The crossword of nature can only be solved by integration and relentless interaction across disciplines.</b></p>		<p><b>Les mots croisés de la nature ne peuvent être résolus que par l'intégration et l'interaction incessante entre les disciplines.</b></p>
<p>The cultural evolution perspective has received empirical support from a new breed of lab-based experiments with human participants<sup>9</sup>. In a typical study, what is learned by one person is transmitted to the next, similar to the childhood game of telephone, leading to language-like structure emerging across 'generations' of learners. Importantly, this perspective explains how children can learn languages comment accurately without an innate language instinct.</p> <p>Language acquisition is possible because languages have been selected to be as learnable as possible — and hence to fit the child's processing and learning biases. Each new language learner therefore needs only to follow in the footsteps of previous generations of learners with the very same biases<sup>6</sup>.</p>	<p>14</p> <p>15</p>	<p>L'approche centrée sur l'évolution culturelle a reçu le soutien empirique d'une nouvelle série d'expériences en laboratoire avec des sujets humains<sup>9</sup>. Dans une étude emblématique, ce qui est appris par une personne est transmis à la suivante, comme dans le jeu du téléphone entre enfants, ce qui débouche sur l'émergence d'une structure semblable à celle d'une langue à travers les "générations" d'apprenants. Il est important de noter que cette approche explique comment les enfants peuvent apprendre des langues de manière précise sans être dotés d'un instinct linguistique inné.</p> <p>L'acquisition d'une langue est possible parce que les langues ont été sélectionnées pour être aussi faciles à apprendre que possible – et donc pour s'adapter aux biais de traitement et d'apprentissage de l'enfant. Chaque nouvel apprenant d'une langue n'a donc qu'à suivre les traces des générations précédentes d'apprenants affectés des mêmes biais<sup>6</sup>.</p>

Changing focus		Changement de focale
<p>The traditional perspective on language sees the phenomena studied by the construction based approach as marginal: as ignoring the highly abstract universal linguistic patterns captured by universal grammar, and focusing on language use rather than on abstract knowledge of language. Many of the phenomena that have become the focus of syntactic theory are so abstract that they are often difficult to connect even with specific linguistic phenomena, let alone with experiments on how people process language or observations of how children learn their native tongue. But are such abstract principles necessary to capture the core structure of the language? The linguist Peter Culicover<sup>10</sup> argues that if construction-based theories capture the irregularity and idiosyncrasy of language, then those same methods will easily capture any regular grammatical core.</p>	16	<p>La vision traditionnelle du langage marginalise les phénomènes étudiés par l'approche basée sur les constructions, celle-ci étant supposée ignorer les modèles linguistiques universels hautement abstraits capturés par la grammaire universelle, et se concentrer sur l'utilisation du langage plutôt que sur sa connaissance abstraite. Nombre des phénomènes qui sont devenus le noyau de la théorie syntaxique sont si abstraits qu'il est souvent difficile de les relier même à des phénomènes linguistiques particuliers, et encore moins à des expériences sur la façon dont les locuteurs traitent le langage ou des observations sur la manière dont les enfants apprennent leur langue maternelle. Mais de tels principes abstraits sont-ils nécessaires pour saisir la structure fondamentale de la langue ? Le linguiste Peter Culicover<sup>10</sup> soutient que si les théories basées sur les constructions saisissent les traits irréguliers et idiosyncrasiques et du langage, alors ces mêmes méthodes saisiront facilement tout noyau grammatical régulier.</p>
Moving forward		Se projeter en avant
<p>Despite the shifting theoretical picture in the language sciences, assumptions about universal grammar are still being generalized to other fields. Scholars have suggested innate grammars for music, morality and even religion. We suggest that an updated analogy with language reveals a different perspective: that these too are products of cultural evolution shaped by the biases of the brain.</p>	17	<p>Bien que le paysage des théories en sciences du langage évolue constamment, on ne cesse de généraliser les hypothèses favorables à la grammaire universelle à d'autres domaines. Des chercheurs ont suggéré des grammaires innées pour la musique, la moralité et même la religion. Nous suggérons qu'une analogie actualisée avec le langage révèle une perspective différente, à savoir que ceux-ci sont également des produits de l'évolution culturelle façonnés par les biais du cerveau.</p>
<p>Reintegrating the language sciences also presents huge opportunities for linking together different aspects of the study of language: viewing language acquisition as the process of acquiring the ability to process specific constructions; seeing language evolution as shaped by the processing and learning biases of the brain; providing a historical explanation for language change and variation based on the diffusion and modification of constructions; and reconnecting linguistics with the construction of workable computer language processing systems<sup>6</sup>. Although such reintegration has been hampered in the past by the fragmentation of the study of language across university departments, conferences and funding bodies, the tide is now shifting and an integrated science of language is gradually emerging. We envisage a future where broad, interdisciplinary departments of language science will become increasingly common.</p>	18	<p>La réintégration des sciences du langage offre également d'énormes occasions de relier entre eux différents aspects de l'étude du langage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ en considérant l'acquisition du langage comme le processus d'acquisition de la capacité à traiter des constructions spécifiques ;</li> <li>▪ en voyant l'évolution du langage comme façonnée par les biais de traitement et d'apprentissage du cerveau ;</li> <li>▪ en fournissant une explication historique du changement et de la variation des langues basée sur la diffusion et la modification des constructions ;</li> <li>▪ et en reconnectant la linguistique avec la construction de systèmes informatiques de traitement du langage exploitables<sup>6</sup>.</li> </ul> <p>Bien que cette réintégration ait été entravée dans le passé par la fragmentation de l'étude du langage entre les départements universitaires, les conférences et les organismes de financement, le vent est en train de tourner et une science intégrée du langage émerge progressivement. Nous envisageons un avenir où les départements interdisciplinaires de sciences du langage deviendront de plus en plus courants.</p>



**Morten H. Christiansen** is in the Department of Psychology, Cornell University, Ithaca, New York 14853, USA.

**Nick Chater** is at the Behavioural Science Group, Warwick Business School, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, UK.

e-mail: christiansen@cornell.edu

## References

1. Haack, S. *Evidence and Inquiry* (Blackwell Publishers, 1993).
2. Moore, R. K. Results from a survey of attendees at ASRU 1997 and 2003. In Proc. INTERSPEECH 117–120 (2005).
3. Evans, N. & Levinson, S. C. *Behav. Brain Sci.* **32**, 429–448 (2009).
4. Goldberg, A. *Constructions At Work: The Nature of Generalization in Language* (Oxford Univ. Press, 2006).
5. Behrens, H. (ed.) *Trends in Corpus Research: Finding Structure in Data* (TILAR Series, John Benjamins, 2008).
6. Christiansen, M. H. & Chater, N. *Creating Language: Integrating Evolution, Acquisition, and Processing* (MIT Press, 2016).
7. Christiansen, M. H. & Chater, N. *Behav. Brain Sci.* **39**, e62 (2016).
8. Darwin, C. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* Vol. 1 (John Murray, 1871).
- 9 Scott-Phillips, T. C. & Kirby, S. *Trends Cogn. Sci.* **14**, 411–417 (2010).
10. Culicover, P. W. *Syntactic Nuts: Hard Cases, Syntactic Theory, and Language Acquisition* (Oxford Univ. Press, 1999).

## Acknowledgements

N.C. was supported by ERC grant 295917-RATIONALITY, the ESRC Network for Integrated Behavioural Science (grant number ES/K002201/1), the Leverhulme Trust (grant number RP2012-V-022), and Research Councils UK Grant EP/K039830/1.