

Le traitement automatique des langues nous aide-t-il à mieux en comprendre le fonctionnement ?

Thierry Poibeau

▶ **To cite this version:**

Thierry Poibeau. Le traitement automatique des langues nous aide-t-il à mieux en comprendre le fonctionnement ?. L'information grammaticale, 2014, 142, pp.23-29. hal-01057265

HAL Id: hal-01057265
https://hal.science/hal-01057265

Submitted on 27 Jul 2016

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

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

Le traitement automatique des langues nous aide-t-il à mieux en comprendre le fonctionnement ?

Thierry Poibeau

Laboratoire LaTTiCe (Langues, Textes, Traitements informatiques, Cognition)
UMR 8094 — CNRS, École Normale Supérieure et Université Sorbonne-Nouvelle
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge

1 Introduction

Cet article rassemble quelques réflexions éparses concernant l'apport des systèmes artificiels (ou, plus exactement, l'apport des systèmes de traitement automatique des langues) à notre compréhension du fonctionnement du langage.

De nombreux auteurs ont souligné les récents progrès en « ingénierie linguistique » — le terme est choisi à dessein —, c'est-à-dire les avancées en matière d'applications informatiques liées au traitement des langues, écrites ou parlées, par ordinateur (correction orthographique et grammaticale, traduction automatique, reconnaissance vocale, etc. ; voir le numéro précédent de l'Information Grammaticale consacré à ce sujet). Les acteurs du domaine sont par ailleurs généralement d'accord pour dire que ces progrès (surtout les progrès récents) ont finalement peu influencé notre connaissance fondamentale du fonctionnement du langage, cette question étant même assez largement « passée à la trappe ». L'ingénierie linguistique poursuit ses propres objectifs et ne se préoccupe plus vraiment de la plausibilité linguistique des modèles développés. Ceci est même souvent vu comme une preuve de maturité du domaine : l'important est de produire des applications fonctionnelles et il n'y a pas de raison a priori pour que celles-ci imitent le fonctionnement humain. Du coup, l'ingénierie linguistique n'aurait pas à se préoccuper de plausibilité linguistique ou du rapport entre systèmes naturels et systèmes artificiels.

De plus en plus de chercheurs toutefois commencent à défendre l'idée inverse, même au sein de la communauté informatique qui a fortement poussé au développement d'applications fonctionnelles ces dernières années[1]. On peut aussi penser que si des systèmes artificiels, même développés hors de tout souci de comparaison avec le fonctionnement humain, produisent des résultats corrects, intéressants ou remarquables, c'est qu'ils ont peut-être quelque chose à nous dire sur le fonctionnement des langues. C'est ce point de vue qui a guidé les quelques réflexions qui suivent.

---

[1] La question est par exemple posée de manière neutre par M. Johnson : « *Spectacular (and lucrative) advances in NLP; can they help us understand language?* ». Il précise ensuite, avec une vision optimiste des choses : « *Steam engines [have been] invented a century before thermodynamics and statistical mechanics* » (http://web.science.mq.edu.au/~mjohnson/papers/Johnson13SynergiesTalk.pdf, conférence donnée à l'Ecole normale supérieure, le 10 sept. 2013). M. Johnson laisse ainsi penser que les réalisations empiriques actuelles pourraient annoncer de nouvelles avancées théoriques dans le futur.

On n'abordera donc pas directement la question de l'influence des techniques de traitement automatique des langues sur la linguistique elle-même. Cette question a été largement abordée dans les articles de C. Fuchs d'une part, C. Fabre et L. Tanguy de l'autre, dont nous partageons largement l'analyse. L'article se fera en revanche largement l'écho des réflexions de Martin Kay sur les développements récents de la traduction automatique, dans l'interview incluse dans ce numéro de l'Information Grammaticale. La traduction automatique est une application clé car elle nécessite de comprendre le texte pour en reformuler le contenu dans une langue cible. Elle implique donc toute la complexité des langues visées, qu'il s'agisse de syntaxe, de sémantique ou de pragmatique.

Nous allons d'abord examiner certaines questions soulevées par le développement récent des méthodes numériques en traitement automatique des langues. Ces méthodes ne reposent pas sur une représentation sémantique explicite, mais les connaissances dont disposent les systèmes actuels sont malgré tout assimilables à des représentations. Nous discutons leur nature et leur rapport avec les processus de compréhension humaine.

2 Sur quelques évolutions récentes des systèmes artificiels et leur rapport avec les systèmes naturels

Le numéro précédent de l'Information Grammaticale l'a bien montré : les systèmes actuels ont de plus en plus recours à des méthodes de traitement de nature statistique. Mais, au-delà de ce constat, c'est l'absence de représentation sémantique explicite du contenu exprimé qui constitue sans doute une plus grande évolution encore, ce qui n'est pas sans poser de multiples questions. On sait que la traduction automatique a par exemple souffert très tôt d'approches trop simples, fondées sur des techniques de traduction directe[2] (c'est-à-dire, pour simplifier, par application directe d'un dictionnaire bilingue), ce qui entraînait maladresses (traduction mot à mot) et contresens (mauvais choix de traduction). La tendance fut alors assez générale, à partir des années 1960, pour dire qu'une traduction de qualité devait s'appuyer sur une phase de « compréhension » du texte.

La notion de compréhension est elle-même peu précise, mais les recherches se sont tournées massivement dans les années 1960 vers des systèmes capables de produire une représentation abstraite et explicite du contenu des textes, cette représentation pouvant ensuite servir de base à de multiples applications[3], en extraction d'information notamment, application qui vise à extraire certaines informations précises dans des textes bruts, quelle que soit la façon dont ces informations sont exprimées (par ex. dans le domaine des rachats d'entreprise, la même information doit idéalement être extraite pour tous les exemple suivants : « *Google a racheté YouTube* », « *YouTube a été racheté par Google* » , « *L'acquisition de YouTube par Google* », « *L'acquisition de N°1 du Streaming par Google* », etc.). En revanche, la traduction est restée dans l'ombre à partir du milieu des années 1960, un rapport américain (le rapport ALPAC, Pierce *et al.*, 1966) révélant sa complexité et le fait qu'aucun système de traduction adéquat ne pouvait être espéré à court ou moyen terme, étant donné l'état des connaissances de l'époque.

Par contraste, comme on l'a déjà dit, on remarque que les approches statistiques ne cherchent pas à produire de représentation explicite du contenu des textes. Les approches statistiques (ou, plus exactement, les approches fondées sur l'apprentissage) sont souvent assimilées à des

---

[2] Il faut toutefois garder à l'esprit que bien des systèmes conçus dans les années 1950-1960 n'étaient pas fondés sur une traduction mot à mot. Au contraire, la période a vu fleurir un bouillonnement de réflexions et de propositions, certaines aboutissant à imaginer des systèmes tenant compte des difficultés inhérentes à la complexité de l'analyse linguistique. Toutefois, les systèmes réellement implémentés restaient modestes et le plus souvent limités à un domaine bien précis, vu les capacités limitées des ordinateurs de l'époque (Hutchins, 2001).

[3] On peut par exemple rappeler le titre d'un ouvrage de référence de G. Sabah : *L'intelligence artificielle et le langage, Représentation des connaissances*. On voit bien que cet ouvrage de 1989 met encore, au cœur de la problématique de l'analyse du langage, la question de la représentation des connaissances.

« boîtes noires » : les systèmes s'appuient sur des données en grande quantité pour repérer certaines régularités ou certains comportements. Ces mêmes systèmes peuvent ensuite se fonder sur les observations acquises à partir de corpus pour produire un traitement, qu'il s'agisse de proposer une traduction, la transcription d'un signal sonore, etc. On parle de « boîte noire » car les règles sur lesquelles se fondent les systèmes ne sont alors pas conçues à la main ni même, le plus souvent, appréhendables par un humain (il peut s'agir de données chiffrées en grande quantité par exemple). Ceci pose plusieurs questions, à notre avis fondamentales, et qui sont relativement peu souvent abordées :

- Quelle est la nature des connaissances emmagasinées par les systèmes à partir des textes ? Ces connaissances sont-elles comparables, à un titre ou à un autre, à celles que nous, humains, manipulons pour comprendre un texte ?
- Les systèmes de traduction se fondant sur des méthodes d'apprentissage reposent fondamentalement sur une approche directe, au sens où ils ne cherchent pas à établir une représentation abstraite du contenu du texte à traduire (c'est le cas des systèmes actuels comme Google Traduction, http://translate.google.fr/, ou Bing Traduction, http://www.bing.com/translator). On peut se demander, d'un côté, ce que sont les limites de cette approche. D'un autre côté, n'est-ce pas ainsi qu'un humain fonctionne ? Un traducteur s'appuie-t-il sur une représentation abstraite du contenu du texte à traduire pour effectuer sa traduction ?
- A partir du moment où un système de traduction peut donner un résultat qui semble souvent acceptable en s'appuyant uniquement sur des techniques d'apprentissage artificiel, peut-on comparer apprentissage artificiel et apprentissage naturel ? Autrement dit, les techniques employées en traitement automatique des langues nous apprennent-elles quelque chose sur la façon dont les enfants accèdent au langage ?

Dans les pages qui suivent, nous allons essayer de traiter ces questions à partir de l'évolution récente des techniques de traitement automatique des langues.

3 La notion de métalangage pour essayer de réduire l'ambiguïté dans les langues

Un des objectifs essentiels de l'Intelligence artificielle depuis ses débuts est de produire un système ayant la faculté d'imiter la conversation humaine, ce qui implique à la fois de comprendre et de produire des énoncés. C'est notamment le sens du « test de Turing », proposé par le savant britannique dès 1950, et qui reste un des objectifs emblématiques de l'Intelligence artificielle aujourd'hui encore (Turing, 1950). Le langage occupe en effet une position centrale dans ce domaine, à la fois parce qu'il s'agit d'une faculté propre à l'être humain et parce que celle-ci reste difficile à comprendre et à modéliser.

3.1 Une tradition ancienne

Depuis toujours, et bien avant les débuts de l'Intelligence artificielle, les langues ont été décrites comme des objets complexes ; elles sont aussi souvent considérées comme imprécises et fallacieuses, du fait des quiproquos fréquents et des conséquences parfois fâcheuses qu'ils peuvent entraîner. En conséquence, de nombreux chercheurs et savants, linguistes ou philosophes, ont cherché à réduire l'ambiguïté inhérente aux langues humaines, soit en essayant de remonter à la langue originelle, soit plus souvent en cherchant à définir un langage nouveau, universel et non ambigu, capable de rendre compte de la complexité des langues humaines. On peut tout de suite noter que ces propositions ont le plus souvent produit des monstruosités ou des utopies.

La notion de langue universelle varie bien évidemment selon les auteurs : dans la tradition occidentale, les Classiques se réfèrent souvent à une langue adamique, c'est-à-dire à une protolangue hypothétique et universelle parlée par l'Humanité avant l'épisode de Babel. Leibniz est parmi les premiers à se dégager partiellement de cette tradition, au prétexte que cette langue

adamique est impossible à analyser à partir des langues modernes. Il développe alors un projet important visant à redéfinir des concepts et des relations entre concepts non ambigus, afin de résoudre des problèmes de différentes natures, moraux, juridiques ou philosophiques (Leibniz, 2000). Cette tradition perdurera en logique jusqu'au XIXe siècle, sous des atours divers, souvent moins ambitieux en apparence (Eco, 1994 ; Auroux, 1992, 2000).

Au cours du 20e siècle, on sait l'influence du livre d'Ogden et Richards *The Meaning of meaning* (1923) dans le monde anglo-saxon et au-delà, dans l'entre-deux guerre. Pour Ogden et Richards, comme pour de nombreux auteurs qui les ont précédés, le langage est complexe, les mots ont des sens variés, ce qui entraîne quiproquos et confusions. Ogden proposera par la suite de définir le *Basic English*, où chaque mot a un sens simple, non ambigu, afin de faciliter les chances de succès dans la communication (autrement dit, tendre à faire disparaître les quiproquos). Cette tentative aura un certain succès tout en suscitant de multiples critiques, notamment le fait que vouloir contrôler le sens des mots, et au-delà la parole des individus, entraîne des risques importants de dérives vers des pratiques totalitaires[4].

3.2 Une tradition qui se retrouve en linguistique et en intelligence artificielle

Les langues humaines sont complexes et ambiguës : c'est un fait qui pose problème pour l'analyse linguistique mais encore plus pour le traitement automatique des langues, qui doit pourtant s'accommoder de cette situation et produire des solutions. Il est en effet souvent nécessaire à un système de traitement des langues de pouvoir déterminer la structure d'une phrase donnée ou le sens d'un mot en contexte, comme on l'a vu dans les articles du numéro 141 de l'Information Grammaticale. Le besoin s'est donc fait sentir dans tous les domaines qui traitent du langage de se pencher sur ces problèmes : le but de l'analyse (qu'il s'agisse de philosophie, de linguistique ou de logique) consiste alors à proposer des théories et des représentations permettant d'écarter ces ambiguïtés et ces imprécisions[5].

Sur le plan sémantique, des chercheurs comme Fodor (1975) ou Wierzbicka (1980) par exemple ont chacun proposé des systèmes de primitives sémantiques non décomposables (comme les atomes sont à la base de matière) et pouvant rendre compte de la sémantique des mots complexes (à partir d'une combinaison de primitives sémantiques). Ces approches ont connu un certain succès mais aussi beaucoup de critiques : la liste des primitives n'est jamais complète, cette liste n'est jamais suffisante pour rendre compte de toutes les nuances de sens et de tout le lexique (Riener, 2006). Il faut toutefois reconnaître à ces tentatives le mérite de s'intéresser à la sémantique lexicale (c'est-à-dire aux mots eux-mêmes), le lexique étant réputé être le lieu de l'arbitraire et étant par conséquent laissé de côté par de nombreuses théories.

Ainsi, le courant linguistique dominant depuis la fin des années 1950, à savoir le courant lié aux recherches de N. Chomsky, a largement laissé de côté la sémantique mais garde un souci universaliste (Cook et Newson, 2007). Il y est en effet question de notions de langue universelle, de forme logique et de structure profonde. Les langues attestées s'expliqueraient toutes à partir de transformations s'appliquant sur une structure profonde, abstraite et commune à toutes les langues. La théorie s'accompagne d'un appareillage très lourd et très complexe vu les différences entre langue attestées, ce qui fait douter à certains de la plausibilité des propositions émanant des théories d'inspiration chomskyenne, sur le plan psycholinguistique notamment.

---

[4] D. Luzzati nous fait remarquer, à juste titre, que la descendance d'Ogden en didactique est immense, dans le monde anglo-saxon et au-delà. Ainsi, le CECRL (cadre européen commun de référence pour les langues), un rapport produit par un groupe d'experts européens pour l'enseignement des langues publié en 2001, s'appuie ouvertement sur les propositions d'Ogden.

[5] Le problème inverse existe en génération, où il s'agit de produire un texte en utilisant au mieux les possibilités de la langue (notamment les pronoms et les expressions référentielles) afin de ne pas être inutilement redondant, tout en restant facilement compréhensible. La génération de textes est un domaine particulièrement intéressant car il met au jour des problèmes négligés en analyse. La génération de textes nécessite de rendre explicite des processus de choix assez rarement pris en compte par ailleurs.

La forme logique reste relativement peu déterminée chez Chomsky. Au même moment, à la fin des années 1960, la sémantique de Montague propose une formalisation logique beaucoup plus poussée de la sémantique d'énoncés en langage naturel (Chambreuil et Pariente, 1990). Cette formalisation se situe dans une tradition ancienne étudiant les liens entre logique et langue : une langue donnée serait une représentation du monde et les liens entre mots une image des liens entre les objets du monde (si on s'en tient aux objets concrets mais cette idée peut être généralisable au-delà du monde concret). Cette idée marque toute une traduction philosophique depuis le début du 20e siècle, au sein de la philosophie analytique notamment (même s'il faudrait largement nuancer le propos en fonction des œuvres et des philosophes considérés).

Le traitement automatique des langues a, quant à lui, généralement, des soucis moins théoriques et plus pratiques, comme développer des systèmes de traduction automatique fonctionnels. Il n'empêche qu'on y a longtemps retrouvé le souci d'une formalisation abstraite, non ambiguë, le plus souvent sur une base logique, avec parfois des références aux travaux cités *supra*. On consultera ainsi avec intérêt le volume de Sabah (1989), qui donne de multiples exemples de recherche de ce type. Plus récemment, on pourra citer les ambitions initiales du Web sémantique (Berners-Lee, 2000 ; Berners-Lee *et al.*, 2001), qui visait à définir un format de représentation non ambigu capable de traduire de façon formelle des connaissances générales. Si des langages formels ont bien été définis et sont aujourd'hui utilisés dans des applications variées, le lien avec les langues dites naturelles continue de poser de multiples difficultés. En effet, tout le monde ne partage pas le même référentiel et, au-delà des problèmes de croyance, la description linguistique d'une situation ou même d'un objet dépend étroitement de la finalité ou du point de vue adopté. De fait, les liens entre langue et formalisation continuent de faire l'objet de multiples recherches et ce sont davantage les données non ambiguës et déjà liées entre elles (dites *linked data*) qui font l'objet d'applications pratiques. Les ambitions initiales du Web sémantique, où des requêtes pouvaient être exprimées en langue naturelle et faire l'objet de raisonnements avancés, sont donc loin d'être atteintes (Poibeau, 2007, 2011).

4 Les limites de la notion de métalangage

Les travaux décrits dans la section précédente s'appuient sur des théories et des pratiques différentes mais tous donnent à penser sur le rapport du langage au monde : une langue est-elle une représentation du monde ? Les mots sont-ils des étiquettes qu'on peut coller sur des objets concrets ou abstraits ? Quelle réalité accorder à la notion de « représentation » ?

On défend ici l'hypothèse que le langage ou plutôt les langues particulières sont des systèmes propres, qui ne sont ni des copies du monde, ni des systèmes qui peuvent se ramener à une langue universelle sous-jacente. L'ambiguïté, la polysémie et l'homonymie sont des particularités des langues que l'on peut expliquer relativement facilement. Il existe des termes plus ou moins généraux et l'individu fait naturellement un choix quant à la quantité d'information à exprimer pour assurer le succès de la communication : la redondance est parfois nécessaire pour faire passer un point important, mais parfois il suffit d'un mot pour exprimer une idée complexe. Tout dépend du contexte, de l'interlocuteur et de l'intersubjectivité (les connaissances présentes et passées partagées entre locuteurs).

De nombreuses expériences en psychologie révèlent notamment que l'individu ne résout pas toutes les ambiguïtés lors de l'interprétation d'un énoncé : on s'en tient à un niveau de compréhension « moyen », ou plutôt à un niveau de compréhension suffisant pour la situation en cours (les anglo-saxons parlent de *good enough interpretation* (Ferreira *et al.*, 2002), ce qui rend bien le caractère partiel du processus : la compréhension est un mécanisme « paresseux » qui s'attache à ce qui est nécessaire et néglige les informations secondaires). Ceci nous semble suffire à répondre aux tentatives visant à réduire l'ambiguïté dans les langues, qui ont d'ailleurs toutes abouties soit à des impasses, soit à des simplifications relativement grossières (qui peuvent toutefois être pertinentes et justifiées dans certains cadres applicatifs bien précis). Le fait de s'intéresser aux langues comme à des systèmes clos et de laisser à l'écart leur finalité

communicative nous semble être une des raisons principales des problèmes posés par les approches décrites ci-dessus.

La volonté de ramener toutes les langues à un système unique et universel nous semble aussi poser de multiples problèmes, bien qu'il soit difficile de le montrer et que les arguments en la matière relèvent souvent davantage de la croyance que de la démarche scientifique (même en laissant de côté les travaux reflétant une idéologie nationaliste). Il existe en fait deux types de travaux : les premiers essaient de comparer les langues existantes pour les regrouper en familles puis trouver des liens entre ces familles afin d'identifier une langue originelle commune. Les seconds développent des théories plus abstraites expliquant la diversité des langues par des règles permettant de ramener toutes les langues à une structure profonde universelle. Les premiers travaux nous semblent se fonder sur des données parfois contestables et en tout cas trop ténues pour aboutir aux généralisations visées. Les seconds nous semblent trop complexes et abstraits pour pouvoir prétendre être psychologiquement et linguistiquement plausibles. Il faut d'ailleurs noter que les formalismes linguistiques les plus poussés ne sont pas forcément implémentables sur ordinateur (contrairement aux apparences), car ils contiennent une grande part d'imprécision ou de subjectivité.

On peut sembler s'être ici écarté de notre propos initial, à savoir étudier le lien entre traitement automatique des langues et linguistique. Ce n'est pas tout à fait le cas, bien au contraire ! Si les langues sont irréductibles entre elles (c'est-à-dire, si elles ne partagent pas la même structure sous-jacente), quelle représentation abstraite peut-on définir pour une application de compréhension ou de traduction ? Si la compréhension est fondée sur un processus dynamique, à profondeur variable, c'est-à-dire qui procède à une analyse plus ou moins détaillée en fonction du contexte ou, plus prosaïquement, du besoin informationnel, comment définir un formalisme (et/ou un processus) capable de capter toute l'information nécessaire mais seulement cette information ? Ces questions sont au cœur de l'Intelligence artificielle, du traitement automatique des langues mais aussi de la linguistique.

5 L'abandon de la notion de métalangage ne signifie pas abandon de la notion de représentation

Les systèmes d'analyse et de traitement automatique des langues par des techniques issues de la statistique ou de l'apprentissage artificiel remettent largement en cause la notion de représentation au sens où l'entendait l'Intelligence artificielle depuis ses débuts. Un des buts explicites de la notion de représentation est de fournir une description adéquate du contenu des énoncés pour des traitements ultérieurs comme par exemple la traduction automatique. A l'image du célèbre triangle de Vauquois pour la traduction automatique, il y a plusieurs niveaux de passage possibles pour aller d'une langue à une autre mais le seul niveau qui permette une traduction fidèle implique une représentation sémantique de haut niveau qui, de fait, s'abstrait des langues humaines dans la mesure où elle doit être explicite et non ambiguë (le niveau interlangue chez Vauquois, voir figure 1).

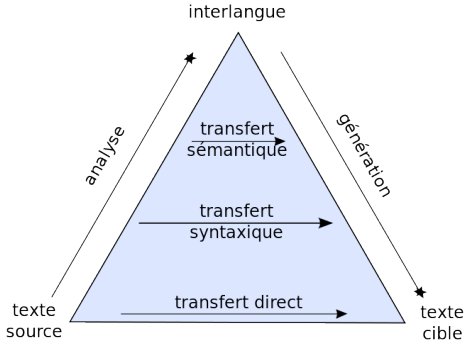


Figure 1 : le triangle de Vauquois (source : Wikipedia)

La plupart des systèmes de traduction automatique actuels sont en un sens radicalement différents de cette idée : à partir de l'analyse automatique d'un grand nombre de textes, le système repère des séquences (de longueur 1 à n, en nombre de mots) en situation de correspondance, qui sont autant de traduction possibles. Le système doit alors faire un choix entre les différentes possibilités de traduction des groupes de mots considérés et la probabilité que l'assemblage de ces différentes séquences de texte forme lui-même une séquence correcte qui soit une traduction acceptable de la séquence en entrée. Nulle représentation intermédiaire de nature sémantique ici, et à première vue, nul souci de désambiguïsation sémantique (on en reste donc au transfert direct représenté en bas du triangle sur la figure 1).

La réalité est en fait infiniment plus complexe. Un système de traduction automatique se fonde sur l'examen *a priori* d'un très grand nombre de textes (plusieurs millions, voire plusieurs milliards de mots collectés automatiquement depuis Internet, ce qui dépasse largement tout ce qu'un humain peut entendre ou lire durant plusieurs années). Le système peut tirer de ces textes un très grand nombre de connaissances qui sont ensuite structurées en fonction du contexte, ce qui permet par exemple d'obtenir des informations sur la meilleure traduction possible d'un mot ou d'une expression en fonction du contexte. Il s'agit donc d'un mécanisme de traduction directe mais à partir d'une base de connaissance immense, ce qui explique le succès apparent de ces systèmes dans certaines conditions (texte journalistique, style simple, etc.).

6 Les techniques de traitement automatique des langues nous apprennent-elles quelque chose sur les langues ?

Il pourrait alors être tentant d'aborder des questions finalement assez peu souvent posées par la communauté du traitement automatique des langues. Peut-on considérer les bases de connaissances assemblées par ces systèmes automatiques comme un système de représentation adéquat ? Le mode de fonctionnement des systèmes automatiques a-t-il un rapport avec le fonctionnement d'un traducteur professionnel ? Un système artificiel peut-il un jour atteindre les performances d'un humain, et, si on pousse le raisonnement plus loin, un système d'apprentissage artificiel entretient-il des similarités avec la façon dont un humain appréhende les langues ?

Il n'y a pas de réponses évidentes et directes à ces questions. D'un côté, on sait qu'un système d'apprentissage automatique consiste en des milliers voire des millions de règles statistiques dépendant d'une foule d'éléments (indices linguistiques ou chiffrés), acquises automatiquement alors que le cerveau n 'emmagasine certainement pas des millions de règles de ce type. Il ne saurait donc y avoir de correspondance exacte et simpliste de ce type entre système naturel (traducteur humain) et système artificiel (système de traduction automatique).

D'un autre côté, on sait que le grand avantage des systèmes fondés sur l'apprentissage par rapport aux systèmes artificiels développés « à la main » tient au fait que ces systèmes contiennent une dimension statistique. Il s'agit d'une des caractéristiques fondamentales des langues, qui avait été largement négligée jusque là (et qui reste largement négligée de la plupart des approches formelles). La traduction quasi directe, c'est-à-dire sans l'intermédiaire d'un métalangage, peut aussi sembler proche de la façon dont procède un humain : on ne passe jamais par un métalangage pour traduire surtout s'il s'agit de traduire en quasi direct un discours oral, ce qui ne veut évidemment pas dire que l'interprète opère par une traduction mot à mot. Au contraire, le sens dépend de l'usage, qui est affaire de contexte.

Prenons un exemple concret. Un article de F. Herbulot (2004) défend ainsi la « théorie du sens » pour la traduction : il s'agit, de façon assez évidente, de ne pas faire une traduction mot à mot mais de tenir compte du contexte. L'article commence par une anecdote :

> Le diplomate sort d'une délicate séance de négociation, quelque part dans un pays en proie à la guerre : les Balkans, peut-être.
>
> Le journaliste de la radio est là, micro braqué, toutes questions dehors : « Pouvez-vous nous dire comment se sont passées, comment ont marché les négociations ? » – « Oh, quite well, in fact, despite a few bombs along the road. » (Le diplomate est anglophone, bien sûr.) Comme notre homme est tout seul, il traduit la réponse pour sa chaîne, en « *voice over* », comme on dit en français : « Tout s'est bien passé, malgré quelques bombes le long de la route… »

L'auteur de l'article pointe le fait que bombe ne peut pas être une traduction satisfaisante. Une traduction comme « *à coup* », « *cahot* » aurait été mieux adaptée. Finalement, le journaliste a mal compris, le diplomate a dit *bump* et non *bomb*, ce qui correspond véritablement à « *à coup* » ou « *cahot* ». En quoi cette anecdote est-elle intéressante ? Elle nous semble éclairante quant à la notion de sémantique impliquée : nul métalangage ici mais on voit que la sémantique en question est affaire d'usage. Peu importe le mot anglais en un sens, le journaliste a peut-être vu lui-même qu'il y avait « quelque chose de bizarre » dans sa traduction, et un système de transcription de la parole aurait peut-être fourni la bonne solution, encore que « *bomb along the road* » soit courant et puisse entraîner l'erreur à la fois pour le journaliste et pour un système automatique.

Cet exemple met en avant une source importante des erreurs commises par les systèmes automatiques aujourd'hui, à savoir la grande difficulté des systèmes à tenir compte (sur le plan sémantique) du caractère global du texte. La traduction automatique procède phrase par phrase, et même fragment de phrase par fragment de phrase, ce qui entraîne des erreurs malgré une prise en compte partielle du contexte (comme dans l'exemple ci-dessus où *bomb* semble convenir au contexte *along the road* car c'est une séquence fréquente — on parle aussi de n-gramme : fin novembre 2013, on compte ainsi plus de 43 000 séquences « *bombs along the road* » sur le Web, si on en croit Google). Ce qui est intéressant, c'est que le journaliste qui doit traduire en direct et n'a pas le temps de s'interroger sur la meilleure traduction possible, fait cette erreur qui s'explique par la fréquence à la fois du mot *bomb* et de la séquence *bomb along the road* (il n'est pas impossible que des locuteurs anglophones auraient fait la même erreur d'interprétation si le signal était mauvais, dans la mesure où *bombs along the road* est un syntagme bien formé, qui fait sens).

Dans le même ordre d'idées, Google traduction traduisait encore récemment « *Bush n'est pas un idiot* » par « *Bush is an idiot* » car la séquence *Bush is an idiot* était infiniment plus fréquente sur Internet (et donc dans la base d'apprentissage du système). On voit bien là les limites d'un système fonctionnant par assemblage de sous-séquences en situation d'équivalence de traduction sans vision globale de la phrase ou du texte (mais ces défauts ont en partie été corrigés dans les versions récentes du système mis au point par Google).

7 Quelques différences fondamentales entre systèmes naturels et systèmes artificiels

Ces ressemblances ne doivent toutefois pas masquer les différences fondamentales entre les systèmes artificiels et les systèmes naturels. L'interview de Martin Kay dans ce numéro résume bien la différence fondamentale : les systèmes automatiques actuellement mis au point ne sont confrontés qu'à des textes. Ils n'ont pas accès au monde extérieur, ils n'ont même aucune connaissance sur le monde (si l'on exclut les recherches liées au monde de la robotique et de l'apprentissage de connaissances par des robots). Or, il est évident que l'acquisition d'une langue dépend de façon fondamentale de notre connaissance du monde et de notre interaction avec le monde. M. Kay rappelle à juste titre qu'un enfant enfermé dans une pièce avec un haut parleur produisant des énoncés dans une langue donnée n'acquerrait jamais la langue en question car il

n'y aurait pas d'interaction et donc d'intérêt à apprendre cette langue (ce qui rejoint la question de l'enfant sauvage, cf. Auroux, 2007).

Au-delà, on peut montrer facilement que la compréhension dépend fondamentalement de connaissances implicites, en grande partie liée à notre connaissance du monde. Si on prend l'exemple suivant :

> Grand changement chez EA Sports. Peter Moore, ancien dirigeant de la branche américaine de Sega et de Microsoft, va prendre la position de directeur à la fin de l'année fiscale.

Il faut reconstituer le fait que la position de directeur concerne EA Sport, ce qui est ici implicite. Cette inférence est extrêmement difficile à faire pour un système automatique alors qu'elle est évidente pour un humain. De même dans l'exemple suivant :

> Tout l'orchestre était en grève sauf le premier violon.

La bonne compréhension de l'énoncé implique de comprendre que le violon désigne en fait un humain (celui qui joue du violon) et qu'il y a un lien implicite entre celui-ci et l'orchestre (un orchestre comprend un premier violon, mais ceci n'est jamais dit dans le texte).

Depuis les débuts de l'intelligence artificielle on sait que ce type de connaissances est fondamental pour la compréhension des textes mais on sait aussi qu'il s'agit d'un ensemble sans fin de faits de toute nature, ce qui rend la tâche de modélisation titanesque et probablement inatteignable. Les quelques projets qui s'y sont attelés n'ont guère donné de résultats probants.

Les connaissances emmagasinées par les systèmes d'apprentissage artificiel concernent donc des connaissances d'un certain point de vue très vastes sur les langues abordées (par exemple des stratégies de traduction différentes pour un mot en fonction d'une multitude de contextes différents) mais ces connaissances portent uniquement sur les combinaisons de mots probables à une échelle relativement locale. Impossible donc à un système de reformuler une phrase (pour reprendre l'exemple de Martin Kay, un système artificiel sera bien en peine de traduire « *please, take all your belongings with you when you leave the train* » par « veuillez ne rien oublier dans le train » car il s'agit clairement d'une reformulation, très fidèle dans l'esprit mais n'ayant rien à voir dans la « mise en mots » avec l'original). Produire ce type de traduction demande des connaissances approfondies qui ne sont probablement pas simplement liées à la faculté de langage mais probablement aussi à d'autres propriétés cognitives.

Cela dit, il faut souligner qu'on sait finalement assez peu de choses sur les facultés cognitives humaines et surtout sur leur interaction. Certains disent par exemple qu'il existe une faculté de langage, que l'on pourrait isoler des autres facultés cognitives. Cela est douteux mais les connexions que l'on peut identifier entre ces différentes facultés sont d'assez haut niveau et la recherche a encore beaucoup de progrès à faire avant de pouvoir vraiment montrer des résultats valides en ce domaine !

8 Conclusion

Cet article a permis d'esquisser quelques réflexions sur les enseignements que l'on peut tirer d'un examen critique et historique des systèmes de traitement automatique des langues.

La notion de formalisation pose des questions fondamentales dans la mesure où elle entraîne forcément une simplification. Or, les langues étant des systèmes complexes où le sens des mots dépend du contexte et le contexte dépend lui-même des mots employés, les tentatives de simplification et de réduction de l'ambiguïté sont par essence liés à l'échec si elle ne sont pas effectuées à une échelle réduite, pour des fins précises et limitées. Ces conditions nous semblent pouvoir expliquer en partie les avancées mais aussi les limites des systèmes de traitement des langues (en particulier des systèmes de traduction actuels). Les avancées sont dues au fait que les systèmes, en enregistrant des connaissances fines sur les langues traitées à travers une multitude de règles locales pondérées et contextuelles, rendent partiellement compte de la

complexité du système considéré. En même temps, ces règles restent locales et les contraintes plus globales ne sont pas vraiment modélisées dans la plupart des cas.

On remarquera, en conclusion, que la réflexion sur les avancées et les limites des systèmes artificiels permet de mieux appréhender la nature même du système linguistique. Loin d'un système de règles figées, les recherches récentes ont mis en avant la notion de système complexe, la nature profondément statistique des règles et leur caractère contextuel. On a alors affaire à une linguistique très proche des textes mêmes, où les règles émergent dynamiquement des régularités observées et ne sont plus définies *a priori*.

Références

Auroux, Sylvain (*dir*.). 1992. Histoire des idées linguistiques (tome 2) : Le développement de la grammaire occidentale. Mardaga, Bruxelles.

Auroux, Sylvain (*dir*.). 2000. Histoire des idées linguistiques (tome 3) : L'hégémonie du comparatisme. Mardaga, Bruxelles.

Auroux, Sylvain. 2007. La question de l'origine des langues, suivi de L'historicité des sciences. Paris, PUF, Collection « Quadrige », Paris.

Berners-Lee, Tim. 2000. *Weaving the Web*. Harper Business, New York.

Berners-Lee, Tim, James Hendler et Ora Lassila (2001). « The Semantic web ». *Scientific American*, vol. 284, n°5, pp. 34–43.

Chambreuil, Michel et Jean-Claude Pariente. 1990. *Langue naturelle et logique. La sémantique intensionnelle de Richard Montague*. Peter Lang, Berne.

Cook, Vivian J. et Mark Newson. 2007. *Chomsky's universal grammar: an introduction*. Wiley-Blackwell, Londres.

Eco, Umberto. 1994. *La recherche de la langue parfaite dans la culture européenne*. Le Seuil, Paris.

Ferreira, Fernanda, Karl G.D. Bailey, Vittoria Ferraro. 2002. « Good-enough representations in language comprehension ». *Current Directions in Psychological Science*, n°11. pp. 11–15.

Fodor, Jerry. 1975. *The Language of Thought*. Harvard University Press, Harvard.

Herbulot, Florence. 2004. « La Théorie interprétative ou Théorie du sens : point de vue d'une praticienne ». *Meta : journal des traducteurs*, Presses de l'Université de Montréal. Vol. 19/2, pp. 307-315.

Hutchins, John W. 2001. « Machine translation over fifty years ». *Histoire, Epistemologie, Langage*. Tome XXII, fasc. 1, pp. 7-31.

Leibnitz, Gottfried W. 2000. *L'harmonie des langues*, Garnier-Flammarion, Paris, 2000 (contient trois essais de 1679 et 1710).

Ogden, Charles K. et Ivor A. Richards. 1923. *The Meaning of Meaning: A Study of the Influence of Language upon Thought and the Science of Symbolism*. Routledge & Kegan Paul, Londres.

Pierce John R. *et al*. 1966. *Language and Machines — Computers in Translation and Linguistics.* ALPAC report, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC.

Poibeau, Thierry (2007). « Semantic annotation: mapping text to ontologies ». *International Journal of Metadata, Semantics and Onbotologies*, vol. 2 n°2, pp. 67-78.

Poibeau, Thierry (2013). *Traitement automatique du contenu textuel*. Lavoisier, Paris.

Riemer, Nick. 2006. « Reductive Paraphrase and Meaning: A Critique of Wierzbickian Semantics ». *Linguistics and Philosophy*. n°29/3, pp. 347–379.

Sabah, Gérard. 1989. *L'intelligence artificielle et le langage, Représentation des connaissances*. Hermès, Paris.

Turing, Alan. 1950. « Computing machinery and intelligence ». *Mind*, Oxford University Press, vol. 59 / 236, pp. 433-460.

Wierzbicka, Anna. 1980. *Lingua Mentalis: the Semantics of Natural Language*. Academic Press, Sydney.