

LA PREMIÈRE RELANCE DE LA TA – UNE APPROCHE « INDIRECTE »

Andreea GHIȚĂ

Transilvania University, Braşov, Romania

Résumé : Cet article se propose de dresser les traits de la période de renaissance des recherches en traduction automatique (TA) après le rapport ALPAC (i.e. Automatic Language Processing Advisory Committee) de 1966 qui recommande leur arrêt. En fait, ce regain d'intérêt commence à se faire ressentir grâce à l'avènement de la traduction indirecte *par interlingua* ainsi que *par transfert*. L'approche par interlangue, comme son nom l'indique, joue sur une représentation syntaxique dans une langue intermédiaire et elle bénéficiera des avancées en *intelligence artificielle* et linguistique computationnelle (ex. : KBMT – Knowledge-based Machine Translation). Quant au mécanisme d'exploitation par transfert, il faut noter que celui-ci engage plusieurs étapes et que Systran est l'un des projets d'envergure qui vont s'en servir. Ces avancées auront un effet positif sur la poursuite des travaux dans le domaine de la TA à partir des années 70-80 et jusqu'à présent.

Mots clés : ALPAC, intelligence artificielle, traduction indirecte, traduction par interlangue, traduction par transfert

1. Introduction

Cet article se fixe pour objectif de fournir la description de la reprise des recherches en traduction automatique (TA) des années 70-80 à l'aide de l'approche de *traduction indirecte* qui s'amorce partout dans le monde. En fait, les projets en matière de traduction automatique vont être relancés après une période d'absence quasi-totale, entraînée par les conclusions pernicieuses du comité ALPAC (i.e. Automatic Language Processing Advisory Committee), chargé par le gouvernement américain d'évaluer les résultats des recherches en traduction mécanisée.

Notre article découle donc du constat que sans ce moment de renaissance des recherches, qui fera écho aux quatre coins du monde, on ne discuterait à présent ni de traduction statistique ni de machine de traduction dotée d'intelligence artificielle (IA). Il faut rappeler en outre que le dernier type de technologie, connue aussi sous la dénomination de *traduction automatique neuronale* parce qu'elle opère sur un mécanisme d'imitation des réseaux de neurones humains, réclame sa suprématie dans le domaine. Et c'est une grande bataille que l'IA semble avoir déjà remportée en raison de l'enjeu massif, à savoir la domination sur le marché des traductions dont les recettes sont estimées à plus d'une centaine de milliards de dollars.

Si on allait encore plus loin, on pourrait regarder l'histoire de la TA elle-même comme la division entre la TA traditionnelle, qui se manifeste plutôt dans la période anté-ALPAC, et la TA de l'IA, issue des recherches cognitives de la période post-ALPAC (Villard 1989 : 55-84). Quant à ce moment de scission synonyme de l'ALPAC¹, nous sommes tenue de préciser encore que la fameuse siglaison fait également référence au rapport du 20 août 1965, émanant du comité portant le même nom. Les experts ayant dressé le

rapport jugeaient que les travaux dans le cadre de la TA n'allaient pas aboutir à des réalisations remarquables. Cela signifiait que l'investissement de la part des gouvernements était une perte d'argent à cause des progrès peu significatifs, ce qui a conduit à une période de manque d'enthousiasme de la part des chercheurs travaillant dans ce domaine.

2. TA par *interlingua*

Suite à l'ALPAC, la renaissance de la TA s'est ressentie grâce aux recherches en traduction indirecte qui se déroulaient aux États – Unis, au Canada, au Japon, en Chine et en Europe à des fins variées. L'approche indirecte consiste à effectuer soit une *traduction par interlingua*, soit *par transfert*. Ce développement est relevé dans la pyramide de Bernard Vauquois (Fig. 1), que nous avons extrait du travail d'Akbari (2014 : 2) :

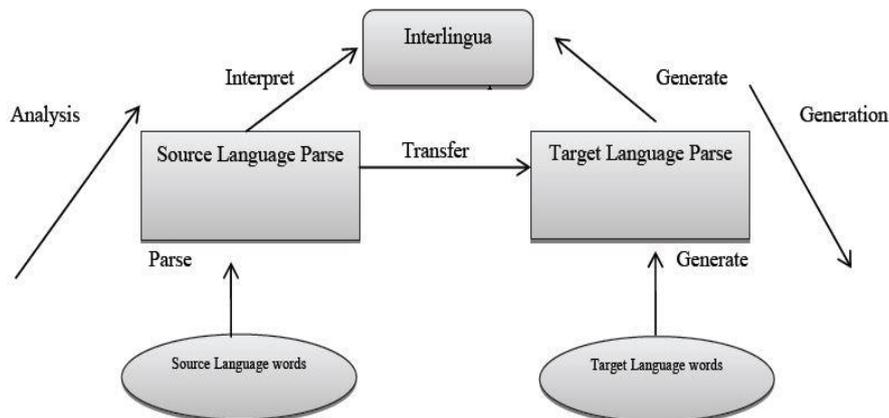


Figure 1. L'approche indirecte de traduction automatique

Le mécanisme *interlangue*, dans le cadre duquel la TA joue un rôle de médiation (Hatim & Mason 1997) engage les étapes suivantes :

1. le texte de départ est analysé et transformé dans une représentation syntaxique dans une langue intermédiaire, indépendante à la fois de la langue source et la langue cible ;
2. la structure syntaxique obtenue est ensuite transférée dans la langue cible .

Cette approche *par interlingua* ou avec *langage pivot*, qui implique concrètement une représentation abstraite du sens, s'est trouvée à la base de nombreux projets en France et ailleurs. À ses débuts, CETAⁱⁱ, qui sera rebaptisé GETA (i.e. Groupe d'Étude pour la Traduction automatique) en 1971, introduit l'emploi de cette approche à l'aide de l'équipe Vauquois – Boitet. Entre 1962 – 1971, le groupe de Grenoble, qui ne semble pas avoir été affecté par le rapport ALPAC, met cette architecture à l'épreuve sur la paire de langues russe – anglais. Quand même, le système CETA, n'étant pas d'interlingua pure, ne réussissait pas à réduire les textes à des représentations sémantiques et détruisait

beaucoup d'information *de surface* utile pour la synthèse de la langue cible dans le processus de traduction (Hutchins 1979 : 49). Quant au modèle linguistique adopté dans ce système, Hutchins observe une ressemblance à la grammaire de dépendances de Tesnière (1959). Cependant, Vauquois (1975, cité dans Hutchins 1979 : 36) affirme que c'est la théorie *meaning-text* du linguiste russe Mel' čuk qui exerce l'influence la plus puissante sur son modèle.

Après le peu de résultats obtenus avec ce système, Vauquois va initier d'autres projets, à *structure multiniveaux* comme Ariane – 78 qui deviendra un peu plus tard, la source d'inspiration pour Eurotra. Quand même, Ariane – 78, construite pour une traduction multilingue ainsi qu'Eurotra utiliseront la technique de traduction par transfert.

À Austin, dans le cadre de l'Université de Texas, la recherche dans la TA débute presque dans le même temps que celle de CETA par la mise en place d'un système de traduction voulant exploiter la théorie de la *structure profonde* ou des *représentations sémantiques universelles*. Quand même, cette théorie va être abandonnée dans les développements ultérieurs de la grammaire transformationnelle de même que l'essai des chercheurs de Texas de trouver une *représentation universelle*. Une des raisons de cet abandon est le fait qu'une interlingua avait besoin de *parseurs*ⁱⁱⁱ extrêmement complexes afin de pouvoir formaliser les règles transformationnelles. En fait, l'interlingua de METAL (i.e. Mechanical Translation and Analysis of Languages) n'est pas de véritable interlingua non plus comme Hutchins (1979 : 33) le relève à travers sa description du fonctionnement de METAL, projet qui survit jusqu'en 1975 :

L'interlingua METALS n'était pas de véritable interlingua. Elle était limitée aux structures syntaxiques, dans lesquelles et à partir desquelles les formes des phrases allemandes et anglaises pourraient être analysées et synthétisées. Il n'y a eu aucune tentative de décomposition des éléments lexicaux, par exemple, en primitives sémantiques ; la conversion d'éléments de vocabulaire de l'allemand vers l'anglais était faite grâce à un dictionnaire bilingue normal. [...] Dans la deuxième étape, les "chaînes standard" provisoires étaient testées par une "grammaire standard" pour la bonne formation syntaxique et à chaque chaîne acceptée par la "grammaire standard" on attribuait ensuite une ou plusieurs représentations de structure de phrase, appelées "arbres standards". La troisième étape, la "normalisation" filtrait les arbres standard sémantiquement mal formés en testant la compatibilité sémantique des éléments lexicaux syntaxiquement liés (se référant aux informations fournies par le dictionnaire), c'est-à-dire sensiblement de la même façon proposée pour l'interprétation sémantique dans la théorie standard de la grammaire transformationnelle. Chaque arbre standard accepté était ensuite converti en une "forme normale" (ou en plusieurs "formes normales" s'il était ambigu), une représentation de "structure profonde" dans laquelle les relations entre les items étaient exprimées en matière de "prédicats" et "arguments", c'est-à-dire à cet égard un peu comme la conception de la sémantique générative de la structure profonde. (cf. Hutchins 1979 : 33)

À partir de 1980, METAL bénéficie du soutien de la part de la compagnie Siemens de Munich, Allemagne qui le finance. Son rôle est de traduire dans la paire allemand-anglais des textes spécialisés (informatique et télécommunications).

Tout comme CETA ou METAL, de futurs projets chercheront à tirer profit de l'usage d'un langage universel, leur motivation étant que toutes les langues partagent une *structure profonde* similaire. C'est grâce à cet aspect que l'approche s'avère plus avantageuse pour les machines de traduction multilingues que ceux bilingues.

En fait, ce sont les années 80-90 qui sont marquées par l'essor des machines à interlingua. Le phénomène subit en grande partie les influences des recherches en IA dont la montée en puissance commence avec Yorick Wilks (1972, 1976). L'IA avait

comme cible la modélisation de la signification, ce qui correspondait au principe d'opération de la machine par interlingua que nous avons déjà révélé. La *sémantique des préférences* de Wilks pouvait traiter les expressions métaphoriques (1975b) et sa méthode consistait simplement dans l'utilisation exclusive des traits sémantiques dans l'analyse (*parsing*) des phrases.

Parmi les projets de traduction mécanisée qui ont bénéficié des avancées tantôt en IA tantôt en linguistique computationnelle, nous tenons à citer :

a) DLT – *Distributed Language Translation*

Ce projet (1981-1990) développé par les Néerlandais à Utrecht est fondé sur l'esperanto. En fait, il débute en 1979 sous la direction de Tonn Witkam et se veut un système multilingue interactif entre des ordinateurs employant la grammaire des dépendances pour aboutir à la formalisation du contenu morphologique et syntaxique des textes. La traduction au moyen de cette machine est l'interaction entre deux ordinateurs, l'un servant à faire l'analyse et l'autre la génération du texte. Suite aux tests effectués sur des textes techniques, le programme obtient un niveau de qualité de la traduction de 95 %. Ce niveau de précision est inférieur de 30 - 40 % dans le cas des textes généraux.

Un autre projet qui fait la fierté du centre de recherche situé aux Pays-Bas est Rosetta de Philips. Celui-ci essayait de mettre à profit le *principe d'isomorphie* et la *sémantique formelle de Montague* (Hutchins 1994 : 212).

b) EDR – *Electronic Dictionary Research*

Ce projet (1986) développé par les Japonais et soutenu par huit compagnies du domaine de la TA a comme but la saisie de toutes les informations dont un ordinateur a besoin pour une compréhension approfondie du langage naturel (cf. JEDRI 1990). Le but de cette collecte de connaissances est celui d'exécuter des dictionnaires contenant un vaste nombre d'informations linguistiques relatives aux items lexicaux. Les derniers sont inclus dans le dictionnaire de façon structurée et pour les relier, un mécanisme d'héritage des traits est mis en place. Sérasset et Blanc (1993 : 82) relèvent à propos de ce mécanisme : « Par exemple, dans la hiérarchie d'EDR, le fait qu'un oiseau peut voler est codé. Le mécanisme d'héritage permet donc de savoir qu'un moineau, qu'une alouette, qu'une hirondelle, ... peut voler. »

c) KBMT-89 – *Knowledge – based machine translation*

Ce projet (1985-1989) est développé par les Américains à l'Université Carnegie-Mellon et il est décrit en détail par Goodman et Nirenburg (1991). Hutchins (1993 : 13) affirme à propos de KBMT– 89 qu'il est fondé sur le jugement que la traduction doit prendre plus sérieusement en compte *la compréhension*. Il utilise donc un *semantic mapper* pour accéder à une base de connaissances sur le domaine et l'événement en cause. Compte tenu du fait que la représentation interlingue doit inclure des informations liées au discours et à la pragmatique, ce modèle de traduction envisage les arguments d'une proposition, la relation casuelle, temporelle et spatiale avec d'autres événements, liaisons anaphoriques, les actes de langage, etc.

KANT est un descendant des recherches dans la traduction automatique de type *knowledge-based*. Il est rendu opérationnel par la même université américaine de Pittsburgh, Pennsylvanie, à savoir Carnegie-Mellon. Son but est de produire des

documents multilingues. Il est également important à préciser que la machine KANT sera utilisée dans le cadre du plus grand projet de langage contrôlé^{iv}, à savoir CATALYST. En vertu d'un contrat conclu sur 5 ans, CATALYST assurera à Caterpillar la traduction des manuels d'utilisateur et de maintenance pour ses engins de terrassement. Les traductions seront faites de l'anglais, le langage contrôlé vers le français, allemand et japonais et le besoin de post édition sera minimal, grâce également au fait que la traduction est limitée à un domaine spécifique (Hutchins 1993 : 22).

Mitamura, Nyberg & Carbonell (1991, 1993) sont ceux qui détaillent les caractéristiques de KANT qui met à l'épreuve la technique qui consiste dans l'apprentissage ainsi que l'accumulation des connaissances suite à l'analyse de corpora. Les trois auteurs mentionnés précédemment (1993 : 3) exposent le fonctionnement de KANT à travers le schéma suivant (Fig. 2) :

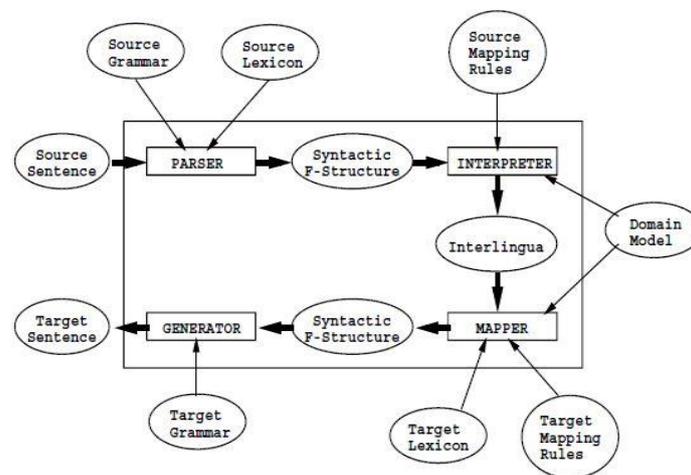


Figure 2. Le fonctionnement de KANT

Dans son article, Merten (2001 : 188) souligne que même TAUM - Météo peut être analysé sous la catégorie des machines de traduction par interlingua :

« Certains ont vu dans Taum-Météo des éléments d'interlangue, dans la mesure où il y avait une modélisation sémantique des phénomènes météorologiques. Ainsi, les phénomènes météorologiques sont-ils classés en tombants (pluie), soufflants (vent) et stationnaires (brouillard, brume). Cette classification porte aussi sur les adjectifs, prépositions, et quand il faut traduire un mot ambigu comme heavy (abondant/fort/dense), on va déterminer la classe sémantique en déduisant la catégorie du mot ambigu de son contexte : heavy rain = pluie abondante car rain est de type tombant. »

Pourtant, Hutchins (1982 : 28-29) caractérise TAUM^v comme l'exemple le plus connu d'un système par transfert. Rappelons-nous aussi que ce système de traduction des prévisions météo au Canada (du français en anglais et vice-versa) a été mis au point entre 1975-1976. C'est un programme de traduction qui marquera l'histoire post-ALPAC de la TA et qui atteindra la fin de son cycle de vie en 1981.

À part les exemples ci-dessus, d'autres programmes de traduction automatique utilisant l'architecture à *langage pivot* méritent d'être mentionnés. On peut citer les systèmes UNITRAN et UNL. Sameh Alansary fait en 2014 une comparaison entre UNL

(United Nations University) et quelques-unes de ces autres architectures de traduction par interlingua de nouvelle date, notamment DLT (Utrecht), UNITRAN (Université de Maryland), KANT (Université Carnegie-Mellon), vu que pour lui la traduction automatique basée sur l'interlingua est probablement la plus attrayante parmi les trois approches classiques de la TA (2014 : 42). Rappelons-nous que ces approches classiques sont les systèmes de première et deuxième génération, à savoir la traduction directe, la traduction par interlingua et la traduction par transfert.

3. TA par transfert

Au milieu des années 70, on croyait à tort que les mécanismes de traduction automatique par interlangue n'offraient pas de si bonnes perspectives. À cette époque-là, ce constat est ce qui a fait pousser la croissance des technologies de TA par transfert (Hutchins, 2001 : 17). Elles impliquent un processus de traduction se déroulant en 3 étapes, à la différence du *modèle interlingua* qui s'opère en deux étapes.

Plus précisément, dans une approche par transfert des structures, la langue source est transformée dans une représentation abstraite, ensuite transférée dans la langue cible dans une variante également abstraite. Finalement, le système fait la synthèse de cette deuxième forme abstraite afin de générer le texte cible. Pour aboutir au résultat final, le système analyse les ambiguïtés dans les deux langues, un processus qui suppose l'existence des règles linguistiques à des niveaux différents (ex. : au niveau morphologique, syntaxique et sémantique).

Les mécanismes de traduction indirecte ainsi que celui de la traduction directe mettent en œuvre des règles, ce qui nous permet de les grouper sous le même nom générique, à savoir *TA basée sur les règles* ou en anglais, *RBMT- Rule-based Machine Translation*. Boualem (2001 : 6) nous montre le fonctionnement de l'analyse au niveau syntaxique entre le français et l'anglais au moyen de l'illustration ci-dessous (Fig. 3) :

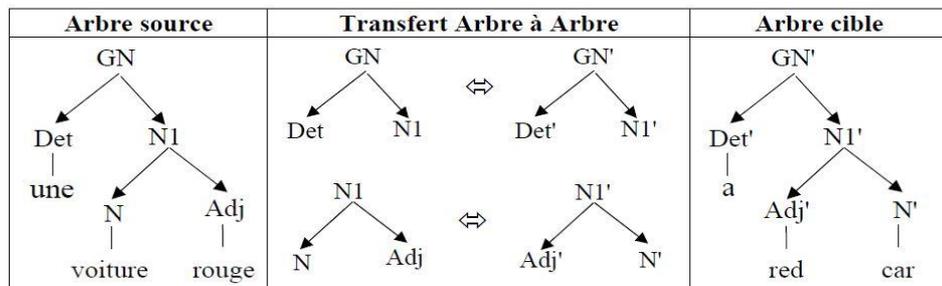


Figure 3. Transfert syntaxique simple, arbre à arbre

Systran est une RBMT par transfert de taille qui marquera la période suivant l'ALPAC tout comme TAUM-Météo. Ce programme de traduction voit le jour en 1967-1968 grâce aux recherches effectuées à Georgetown. Le programme créé par Peter Toma est implémenté au sein de l'Union européenne afin de satisfaire aux besoins de traduction dans les langues anglais-français. Il remplace le précédent système GAT^{vi} d'EURATOM. Lors de sa création en 1970, Systran s'appuyait sur un mécanisme de traduction directe et avait comme premier objectif la réalisation des traductions dans la paire anglais-russe pour les Forces Aériennes Américaines.

En outre, Systran ne recourra à des théories de grammaire ou de traduction ni dans ses premières années de vie ni au fil des années qui apporteront un changement d'architecture. Plutôt, des modules distincts assurent le processus de traduction qui comporte cinq étapes, comme Hutchins (1982 : 24 – 25) nous le fait savoir. Ainsi, la traduction de Systran engage :

1. la saisie du texte source ;
2. la recherche effectuée dans le dictionnaire principal ;
3. l'analyse qui se déroule en étapes à son tour (analyse morphologique, désambiguïsation des homographes, recherches des mots composés dans un dictionnaire sémantique limité, l'identification des phrases et des relations qui s'établissent entre celles-ci) ;
4. le transfert qui suppose aussi d'autres sous-étapes (l'identification des mots qui forment l'objet d'une traduction idiomatique dans certaines conditions, la traduction des prépositions et la résolution des ambiguïtés) ;
5. la synthèse qui génère les phrases dans la langue cible et corrige la distribution impropre des mots, s'il le faut.

Ensuite, Systran sera accueilli au sein des compagnies telles que NATO et Xerox. En fait, le processus de post-édition n'est plus nécessaire pour la version installée à Xerox parce qu'elle tire profit de l'existence d'un langage contrôlé, soit l'anglais (Hutchins 1993 : 21). Plus précisément, on faisait la traduction des manuels techniques de l'anglais vers le français, l'allemand, l'italien, l'espagnol, le portugais et les langues scandinaves.

Selon Wilks, Systran reste la preuve vivante de la traduction automatique (2009 : 65) grâce à son histoire de 40 ans dans le cadre de la Division Fédérale de Traduction de Dayton, Ohio. Il sert encore à traduire des thèses d'ingénierie russes malgré l'apparition des machines de traduction fondées sur les bases de données, où *data-driven MT* datant de 1990.

Dans le cadre de l'UE, Eurotra (1978) précède Systran pour s'occuper des projets de traduction multilingues^{vi}. Hutchins (1995 : 444) nous fournit des informations précieuses liées au design d'Eurotra :

La conception combinait des informations lexicales, logico-syntaxiques et sémantiques dans des interfaces multiniveaux à un degré d'abstraction élevé. Aucune utilisation directe des bases de connaissances extra-linguistiques ou des mécanismes d'inférence n'ont été créés, et aucune installation pour l'assistance ou l'intervention humaine lors des processus de traduction ne devait être intégrée. (cf. Hutchins 1995 : 444)

Quant aux Français, le groupe de GETA crée la machine par transfert Ariane-78, comme nous l'avons indiqué dans la section précédente. Pour mieux illustrer son fonctionnement et son architecture, nous reprenons quelques lignes du travail de Villard (1989 : 70) qui cite, à son tour, Boitet (1987), son inventeur légitime :

« Il est apte à la traduction multilingue ; depuis quelques années, celle du russe en français fonctionne et on développe celle d'autres paires de langues. L'introduction de l'analyse sémantique donne le résultat représenté par une arborescence avec des étiquettes à trois niveaux d'interprétation : fonctions syntaxiques, classes morphologiques, relations logicosémantiques entre, d'une part, le prédicat et ses arguments (théorie des valences) et, d'autre part, le subordonnant et le subordonné (cause, source, résultat, etc.). Quatre programmes (pour la relation 4) assurent le processus : atef pour l'analyse morphologique ; robra pour les analyses multi-niveaux, le transfert de structure et la génération syntaxique ; transf pour le transfert lexical ; sygmor pour la génération morphologique. La grammaire statique assure toute l'analyse grammaticale générale et la grammaire dynamique pour la

désambiguïsation. Le système est en perpétuelle amélioration et on envisage de greffer des systèmes experts correcteurs (Boitet, Ch., 1987) pour introduire une compétence spécifique par domaines, ce qui n'est pas possible directement dans les systèmes de deuxième génération déjà surchargés de connaissances linguistiques et paralinguistiques. »

Hutchins conclut qu'Ariane est le paradigme des systèmes par transfert de deuxième génération (2001:19) et il regrette que la recherche afférente soit arrêtée, fin 1980.

Similaire à Ariane en ce qui concerne l'architecture est MU, le programme de TA des Japonais, développé par Makoto Nagao, à l'Université de Kyoto. MU se sert de la grammaire des cas de Fillmore, d'un thesaurus et de la notion de trait sémantique pour régler les ambiguïtés des textes anglais et japonais. Lors de l'évaluation de la traduction faite avec MU, les locuteurs natifs estiment que plus de 80 % du texte généré est *compréhensible* (Nagao, M., Tsujii, J. & Nakamura, J. 1985). Quand même, Tsujii (1986) suggère que l'intégration de l'IA dans le programme entraînera un pourcentage de fiabilité encore plus élevé. Il voudrait que de l'information contextuelle soit introduite dans la machine, mais dans le domaine de l'IA, les seuls concepts qui pouvaient être mis à l'épreuve à ce moment-là étaient le *frame* de Minsky (1975) et le *script* de Schank (1975, 1977).

En Allemagne, la recherche qui débute en 1967 à Saarbrücken dans la TA fera naître SUSY (Saarbrücker Übersetzungssystem). Susy a initialement eu comme objet la traduction du couple de langues allemand-russe, à qui l'on a ultérieurement ajouté la traduction du français, anglais, danois, néerlandais vers l'allemand. Selon la description offerte par Hutchins (1995 : 444), SUSY est un système de transfert multilingue hautement modulaire affichant une hétérogénéité impressionnante de techniques linguistiques : règles de structure de phrase, règles de transformation, grammaire de cas et cadres de valence, grammaire des dépendances et variété de types d'opérations. Susy a été aussi utilisée pour former des étudiants à la traduction automatique et pour réaliser d'autres tâches comme par exemple, le traitement du texte et de la terminologie. Quand même, Anne Marie Loffler – Laurian (1997 : 20) dit à propos de Susy que « du strict point de vue de la traduction automatique, les recherches semblent être au point mort actuellement ».

4. Conclusions

Cet article a proposé une ébauche de la période de relance des recherches en TA qui correspond à l'avènement de la traduction automatique indirecte, un pas important qui a été franchi à deux reprises. Les étapes dont il est question sont le développement de la méthode de TA par interlangue et l'approche employant la technique par transfert.

Comme nous l'avons déjà souligné, les expérimentations avec le langage pivot ciblent la modélisation du sens. Dans son stade précoce, cette architecture n'apporte pas de résultats exceptionnels, chose qui est due à un manque de parseurs assez performants pour accomplir la tâche. Pourtant, l'arrivée de l'intelligence artificielle s'est avérée être le cadre parfait pour la traduction par interlangue, vu que les deux partagent les mêmes ambitions. Par la suite, dans les années 80-90, beaucoup de projets inédits, que nous avons brièvement décrits, voient le jour (ex. : DLT, EDR, KBMT, KANT).

De l'autre côté, les machines de traduction par transfert, munies d'une méthode tout à fait différente, semblent avoir séduit des institutions d'envergure comme l'UE, au sein de laquelle la tâche de la traduction est à la fois urgente et gigantesque. Nous rappelons

le fait que l'UE emploie dans une première étape Systran pour ensuite opter pour la machine Eurotra qui y achève son mandat en 1992. Pourtant, avec une histoire de plus de 50 ans, Systran reste le plus ancien système de TA dans le monde étant encore en usage, quoiqu'il fasse valoir à présent la traduction neuronale.

Enfin, cette prolongation des recherches après le désastreux rapport ALPAC a eu, de toute évidence, un rôle capital dans l'avenir et le devenir de la TA. C'est avec conviction que nous soutenons le point de départ de notre article, à savoir le fait que sans ce tournant décisif dans l'histoire de la TA, on ne pourrait pas actuellement jouir des bienfaits des technologies dernier cri en la matière, à l'instar de la traduction automatique exécutée par le biais de l'intelligence artificielle. Cette avancée fondamentale est censée fournir une meilleure traduction sur le plan sémantique. Ce qui est plus important encore est que les logiciels de traduction intégrant cette technologie novatrice sont réputés pour leur capacité de se renforcer seuls, de bâtir de nouvelles voies neuronales qui apprennent d'après le modèle du cerveau humain. De cette façon, ils deviennent de plus en plus puissants et performants au fil des années. Certains prévoient même qu'il viendra un jour où la MTN (i.e. Machine de Traduction Neuronale) n'aura plus besoin de l'intervention ou de la surveillance de son créateur, mais cela relève d'un autre débat.

Références bibliographiques

1. Akbari, A. 2014. „An overall perspective of machine translation with its shortcomings”. In: *International Journal of Education & Literacy Studies*, vol. 2, n° 1.
2. Alansary, S. 2014. „Interlingua-based Machine Translation Systems: UNL versus Other Interlinguas”. In : *Egyptian Journal of Language Engineering*, vol. 1, n° 1, pp. 42-54.
3. Boitet, C. 1987. „Research and Development on MT and Related Techniques at Grenoble University (GETA)”. In : *M. King (ed.), Machine Translation Today*. Edinburgh: Edinburgh University Press, p. 133–153.
4. Boualem, M. 2001. „Traduction automatique et traduction assistée par ordinateur”. In : *FRANCE TELECOM R&D – DMI/GRI*, Équipe Traitement automatique des Langues naturelles.
5. Goodman, K. and Nirenburg, S. 1991. *The KBMT Project: A Case Study in Knowledge-Based Machine Translation*. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA.
6. Hatim, B. & Mason, I. 1997. *The Translator as Communicator*. London : Routledge;
7. Hutchins, J. 1979. „Linguistic models in machine translation”. In : *UEA Papers in Linguistics* 9, janvier 1979, pp. 29-52 ;
8. Hutchins, J. 1982. „The evolution of machine translation systems”. In : *Practical experience of machine translation*, ed. by Veronica Lawson, pp. 21–37. Amsterdam : North-Holland.
9. Hutchins, J. 1993. „Latest developments in machine translation technology: beginning a new era in MT research”. In : *The Fourth Machine Translation Summit: MT Summit IV. Proceedings: International cooperation for global communication, July 20-22, Kobe, Japan*. [Tokyo : AAMT, 1993], p. 11-34.
10. Hutchins, J. 1994. „Research methods and system designs in machine translation: a ten-year review, 1984-1994”. In: *Machine Translation : Ten Years On. Proceedings of the second international conference...held at Cranfield University, England, 12-14 November 1994...ed. Douglas Clarke and Alfred Vella*. Cranfield: Cranfield University, 1998. Ch. 4.

11. Hutchins, J. 1995. „Machine translation : a brief history”. In : *Concise history of the language sciences: from the Sumerians to the cognitivists*. Éd. E.F.K.Koerner and R.E.Asher (Pergamon, 1995), p. 431-445.
12. Hutchins, J. 1996. „ALPAC : the (in)famous report”. MT News International 14, June 1996, 9-12. Repr. (with minor revisions) In : *Nirenburg, S., Somers, H. and Wilks, Y. (eds.) Readings in machine translation*. (Cambridge, Mass. : The MIT Press, 2003), p. 131-135.
13. Hutchins, J. 2001. „Machine translation over fifty years”. In : *Histoire, Épistémologie, Langage*. vol. 23 (1), Le traitement automatique des langues, pp. 7-31.
14. JEDRI (Japan Electronic Dictionary Research Institute, Ltd). 1990. „An overview of the EDR Electronic Dictionaries”. TR – 024. April 1990, p. 1.
15. Loffler-Laurian, A. 1997. *La traduction automatique*. Villeneuve d’Ascq : Presses universitaires du Septentrion.
16. Mitamura, T., Nyberg, E. H. & Carbonell, J. G. 1991. „An Efficient Interlingua Translation System for Multi-lingual Document Production”. In : *Proceedings of Machine Translation Summit III, Washington D.C., The United States, July 2-4*.
17. Mitamura, T., Nyberg, E. H. & Carbonell, J. G. 1993. „Automated Corpus Analysis and the Acquisition of Large, Multi-Lingual Knowledge Bases for MT1”. In : *Proceedings of the 5th International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation, Kyoto, Japan, July 14-16*.
18. Merten, P. 2001. „Les fondements linguistiques, philosophiques et logiques de la traduction automatique”. In : *Équivalences*, 29e année n° 1-2, 2001, p. 167-196.
19. Minsky, M. 1975. „Framework for Representing Knowledge”. Winston, P. (ed.), In: *The Psychology of Computer Vision*. New York : Me Graw – Hill, 21 p. 1-277.
20. Nagao, M., Tsujii, J. & Nakamura, J. 1985. *The Japanese Government Project for Machine Translation*. In: *Computational Linguistics*, vol-II, no. 2-3.
21. Perrot, J-F. 2010. Génération de parseurs par Lex & YACC, Cours n° 2-9. URL : <https://pages.lip6.fr/Jean-Francois.Perrot/inalco/Automates/Cours2-9.html>
22. Schank, R. C. 1975. *Conceptual Information Processing*. New York : Elsevier.
23. Schank, R. C. 1977. „Conceptual Dependency. A theory of natural language understanding”. In: *Cognitive psychology*, 3,4, p. 552-630.
24. Sérasset, G. & Blanc, E. 1993. „Une approche par acceptions pour les bases lexicales multilingues”. In : *Clas, André and Bouillon, Pierrette. T-TA-TAO 93 – dèmes journée scientifiques du réseau Lexicologie, Terminologie, Traduction, Sep 1993, Montréal, Canada*. Actualité scientifique, AUPELF-UREF, p.65-84.
25. Tsujii, J. 1986. „Future Direction of Machine Translation”. In: *Proc. Of Coling 86*, pp. 655-668.
26. Vauquois, B. (1975). *La traduction automatique à Grenoble*. Paris : Dunod ;
27. Villard, M. 1989. „Traduction automatique et recherche cognitive”. In: *Histoire Épistémologie Langage, tome 11, fascicule 1. Sciences du langage et recherches cognitives*, p. 55-84 ;
28. Wilks, Y.A. 1972. „An artificial Intelligence Approach to Machine Translation”. In: *Stanford Artificial Intelligence Project memo AIM-161*, Computer Science Department, Stanford University.
29. Wilks, Y.A. 1975a. „An Intelligent Analyser and Understander of English”. In: *Comm. of the ACM*, 18, p. 264-274.
30. Wilks, Y.A. 1976. „Small Machine Translation System Based On Deep Semantic Structures”. In: *FBIS Seminar of Machine Translation*, vol. 3.
31. Wilks, Y.A. 2009. *Machine translation: Its scope and limits*. Springer-Verlag : New York ;

- ⁱ Pour une description plus approfondie du contenu et des conclusions du rapport ALPAC, le lecteur peut consulter l'article « ALPAC : the (in)famous report » (Hutchins 1996 : 9 -12) ;
- ⁱⁱ CETA= Centre d'études pour la traduction automatique qui regroupe le CETAP (Centre d'études pour la traduction automatique de Paris) et le CETAG (Centre d'études pour la traduction automatique de Grenoble) ;
- ⁱⁱⁱ Le parseur est un outil informatique qui effectue l'analyse syntaxique d'un texte (Perrot : 2010) ;
- ^{iv} Un langage contrôlé signifie que les textes à traduire ont une structure grammaticale et sémantique plus simple. En outre, les phrases sont plus courtes et elles expriment d'habitude une seule idée de manière à ce que la traduction soit facilitée et les résultats soient meilleurs de point de vue qualitatif ;
- ^v Pour une description fouillée du TAUM et plus de détails sur chacune de ses étapes de traduction, le lecteur peut consulter les articles « Linguistic models in machine translation » (Hutchins, 1979 : 29 - 52) et « The evolution of machine translation systems » (Hutchins, 1982 : 21 - 37) ;
- ^{vi} GAT (Georgetown Automatic Translation) est une machine de traduction directe dont le but était de traduire du russe en anglais dans le cadre de La Communauté européenne de l'énergie atomique (EURATOM).
- ^{vii} Pour comprendre pourquoi l'UE a décidé de choisir un modèle à transfert au détriment d'un modèle à langage pivot, Anne Marie Loffler – Laurian (1997, p. 25-27) fait une synthèse des critères examinés par L. Danlos et O. Laurens dans leur rapport technique.