

Approche Systémique et Système de Traduction Automatique TACT Contrôle Français -Arabe Appliqué au Protocoles de Sécurité

Mohand BEDDAR¹, Sylviane CARDEY²
*Centre Lucien Tesnière, Université
de Franche-Comté, France*

Résumé

La traduction automatique fiable de part la formalisation qu'elle nécessite et les descriptions précises du fonctionnement des langues auxquelles elle fait appel requiert une approche microsystemique fragmentaire. Il s'agit de faire intervenir des règles d'équivalences et de transfert non pas sur la langue dans sa totalité mais sur des parties définies isolément. Ces parties sont ensuite mises en lien pour déboucher sur l'ensemble de la langue qui est l'objet même de cette traduction automatique. Cette méthode d'analyse permet de saisir d'une part le mode de fonctionnement de chaque microsystème et d'autre part de comprendre les rapports qu'ils entretiennent une fois mis en relation. Si la particularité de toute langue est de posséder sa propre configuration linguistique, avec des codes de fonctionnement particuliers (syntactiques, morphosyntaxiques et sémantiques, ...), le défi d'un système de TA quant à lui est d'effectuer un rapprochement entre toutes ces composantes via une interface linguistique adaptée au système. Cet article se propose alors d'être une mise en relief de l'approche microsystemique dans la Traduction Automatique des protocoles de sécurité du français vers l'arabe engagée pour rendre compte des spécificités des deux langues source et cible.

1. Introduction

La conception de notre système de traduction du français vers l'arabe appliqué aux protocoles de sécurité a nécessité avant toute chose une réflexion sur le type de texte, objet de notre travail et donc sur l'aspect technique prédominant dans la langue source. Cette entreprise vise essentiellement à définir les paramètres lexicaux, syntaxiques et sémantiques qui régissent les textes de sécurité. La deuxième étape consis-

tait à contrôler ces textes, des restrictions syntaxiques et lexi-co-sémantiques sont alors imposées à la fois en fonction du modèle linguistique non ambigu mais exhaustif que nous voulions fixer en langue source, et en fonction de la langue cible, l'arabe, qui doit être prise en compte vu les problèmes qu'elle suscite pendant l'opération de traduction. Une fois dégagés, ces paramètres principaux sont ensuite confrontés au modèle syntaxique inhérent à la langue arabe pour pouvoir ainsi établir l'interface syntaxico-sémantique adaptée à la fois à la langue source et à la langue cible et qui permettra le passage du modèle syntaxique français au modèle syntaxique arabe.

Dans cette perspective de rapprochement entre langue source et langue cible, l'approche la plus adéquate semble être sans conteste l'approche systémique, capable de mettre en relief les spécificités de chaque langue considérée comme système. L'approche systémique fragmente l'ensemble du système en sous-systèmes dynamiques, *inconnus* d'emblée, leur délimitation étant tributaire de l'architecture du système de traduction automatique mise au point. La fragmentation en microsystemes a pour but l'appréhension de l'ensemble de la langue objet de l'étude, par l'analyse détaillée de chacune des composantes qui la constituent et par la saisie en même temps de la nature des interactions qu'elles manifestent.

2. Système et systémique

Si nous considérons que la systémique peut aisément faire un cadre théorique et pratique de la traduction automatique c'est parce que l'objet même de la traduction est la langue qui n'est autre qu'un système indentifiable et isolable parmi d'autres.

Extrêmement riche et complexe, la langue est en effet un système composé d'un ensemble de sous-systèmes qui peuvent tenir à un niveau d'analyse (ex : structures verbales) ou à une classe (ex : système nominal). Dans le système de traduction automatique contrôlé TACT français arabe, les deux aspects de description analytique et classificatoire des sous-systèmes sont retenus, l'aspect analytique pour la mise en place d'un répertoire de structures syntaxiques verbales, appelées *structures miroir*, et nominales entre langue source et langue cible et l'aspect classificatoire pour analyser et disposer les parties de discours en classes sans référence parfois à une grammaire traditionnelle trop rigide par rapport aux besoins du système. L'aspect classificatoire des sous-systèmes permet également de mettre en valeur les dépendances syntaxiques qui participent à l'aspect analytique de la démarche.

C'est en partant de cette notion de système qui est la matière première de la systémique que nous allons décrire l'approche systémique qui peut apporter des solutions intelligentes et viables à la traduction automatique dans un domaine où l'erreur est impardonnable en l'occurrence le *domaine de sécurité et des alertes*.

2.1 Définition du système

La notion de système a fait l'objet de plusieurs définitions étant donné qu'il constitue la matière première de la systémique. Certes, les disciplines dans lesquelles les systèmes ont été définis et l'orientation idéologique de chaque auteur ont considérablement influencé les définitions attribuées au système, Il n'en demeure pas moins qu'une base commune peut être établie. Un système est pour Joël de Rosnay [16] : *un*

ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but » mettant ainsi l'accent sur la finalité d'un système. Morin [15] quant à lui considère le système comme « *une unité globale organisée d'interrelations entre éléments, actions ou individus.*» insistant de ce fait sur le caractère global du système, et les interactions qui caractérisent les éléments qui le composent.

Enfin, vient la définition de Ferdinand de Saussure du système qui est particulièrement bien articulée, et fait surtout surgir, en le mettant en lien à celui de totalité et d'interrelation, le concept d'organisation : le système est «*une totalité organisée, faite d'éléments solidaires ne pouvant être définis que les uns par rapport aux autres en fonction de leur place dans cette totalité*» (Saussure, 1931). [15]

De toutes ces définitions, émergent trois notions fortes et principales qui caractérisent un système:

- 1- la globalité,
- 2- la complexité,
- 3- l'interaction.

Ces notions qui se dégagent de la notion de système sont des notions complémentaires et en aucun cas contradictoires et constituent les propriétés présomptives de la systémicité. Elles font partie du domaine de la systémique qui cherche à montrer la complexité d'une organisation, et à explorer ses diverses composantes.

2.2 La systémique

La systémique est née de la prise de conscience et de l'extraordinaire découverte de la complexité du monde qui nous entoure. Il s'est avéré avec l'avancée de la pensée hu-

maine que les méthodes appliquées, parfaitement adaptées aux systèmes stables et constitués d'un nombre d'éléments limité aux rapports linéaire, ne sont plus adéquates à des systèmes complexes tels que la langue dont l'interaction entre les éléments n'est pas forcément linéaire. Cette nouvelle approche prend en compte tous les paramètres qu'un système complexe peut générer ou contenir, la contradiction, l'ouverture, la créativité et l'ambiguïté, ...

Selon l'AFSCET¹, la systémique est une « *discipline qui regroupe les démarches théoriques, pratiques et méthodologiques, relatives à l'étude de ce qui est reconnu comme trop complexe pour pouvoir être abordé de façon réductionniste, et qui pose des problèmes de frontières, de relations internes et externes, de structure, de lois ou de propriétés émergentes caractérisant le système comme tel, ou des problèmes de mode d'observation, de représentation, de modélisation ou de simulation d'une totalité complexe* ».

La systémique incarne donc l'alternative face à la complexité démesurée des systèmes, notamment celle de la langue [9]. Elle est également l'alternative aux méthodes de traduction automatique globalistes et ensemblistes qui considèrent la langue comme un ensemble indivisible. L'échec des traductions automatiques est dû principalement à cette approche trop réductionniste à notre sens et théoriquement erronée vis-à-vis de la notion du système.

La systémique apporte à la fois un savoir et une pratique, un savoir nécessaire à la compréhension des faits langagiers et une pratique indispensable pour la mise en œuvre du système

¹ AFSCET : Association Française de Science des Systèmes Cybernétiques, Cognitifs et Techniques

de traduction automatique. Ce savoir et cette pratique seront mis en exergue au fur et à mesure de notre description de l'architecture du système TACT français arabe.

3. Systémique et traduction automatique

Compte tenu de la complexité du langage naturel objet de la traduction automatique et du degré de la technicité du contrôle appliqué à la langue, la systémique semble être certainement un atout de taille et un moyen infaillible de modélisation. Les trois notions que la systémique apporte (voir ci-dessus), permettent d'analyser les deux langues source et cible en tant que systèmes complexes. (voir figure 1)

3.1 Complexité

Le concept de complexité dans le langage naturel renvoie à toutes les difficultés de compréhension dues à plusieurs phénomènes linguistiques (ambiguïté, anaphore, polysémie, ...). Dans le domaine de la traduction automatique, la dimension du problème est double puisque il s'agit de comprendre une langue source et de traduire dans une autre langue cible de façon à rendre le sens intégral tout en respectant son mode de fonctionnement linguistique. Donc la complexité est à la fois intra-langue par le processus d'analyse monolingue et inter- langue par l'opération de traduction.

3.2 Globalité

La langue en tant que système est un tout et ne peut être appréhendée totalement que par une approche holistique. Les phénomènes linguistiques qui caractérisent une langue ne sont pas isolés mais appartiennent à un ensemble qu'il est important de considérer en tant que tel pour pouvoir comprendre les éléments qui le composent. Le caractère global de la langue démontre l'interdépendance des éléments et l'harmonie de

l'ensemble. Le but de la systémique est donc de considérer les problèmes de la traduction automatique comme un tout et de rentrer ensuite progressivement dans les détails. Cette entreprise évitera le traitement séquentiel des problèmes, et favorisera plutôt une vue d'ensemble avec une analyse progressive.

3.3 Interaction

L'interaction constitue l'un des aspects les plus riches d'un système car elle fait ressortir les liens de dépendances existant à l'intérieur de ses différents éléments. Contrairement à l'approche analytique traditionnelle, la systémique ne considère pas les relations entre les éléments constituant un système comme de simples relations de cause à effet, mais des relations qui interagissent. La nature des relations est le plus souvent circulaire, une action (cause) produit un effet (réaction) qui modifie l'environnement qui à son tour modifie la cause à l'origine de l'effet. Cet aspect d'interaction et d'interdépendance n'est pas simplement intra- systémique mais également inter-systémique applicable aux relations qui existent entre les systèmes comme le montre la figure 1 où les deux systèmes dans notre système de TA, langue source et langue cible interagissent. Donc le concept "interaction" est la prise de conscience qu'il n'y a pas qu'une cause qui mène à une conséquence mais que tout interagit.

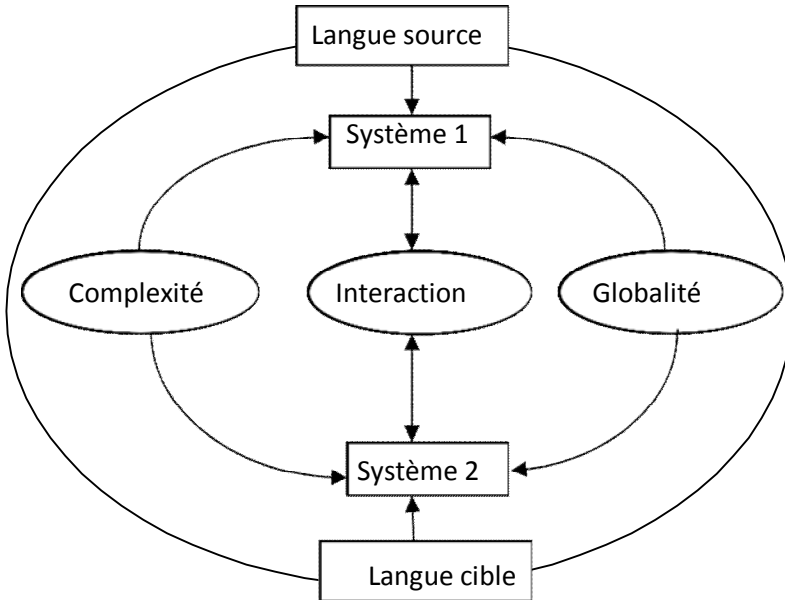


Figure 1 : Systémique appliquée à la traduction automatique

4. Systémique et Système TACT

L'approche systémique est orientée dans le système TACT sur deux axes principaux de description : l'axe analytique et l'axe classificatoire. Les deux axes n'agissent pas isolément mais interagissent continuellement, c'est le principe même des systèmes et de la systémique.

4.1 Axe analytique

Les microsystèmes mis en évidence par cet aspect de description sont les structures des phrases contrôlées. L'analyse vise à identifier toutes les structures contrôlées

possibles, les répertorier et donner ensuite les correspondances dans la langue arabe en appliquant le principe d'équivalence et d'isomorphisme [1]. L'analyse s'opère sur deux niveaux distincts, le niveau macrostructural où chaque macrostructure est identifiable par son *numéro structural* et le niveau microstructural. L'axe analytique et l'axe classificatoire agissent conjointement, le noyau de la description étant la classe du verbe dans les macrostructures et son caractère valenciel et les classes déterminant, nom, adjectif dans les microstructures.

4.1.1 Groupe verbal /macrostructure

L'axe analytique s'occupe de l'aspect structurel de la phrase. Le système attribue en ce basant sur le verbe la macrostructure propre à cette phrase. Cette structure porte un numéro en rapport avec le type du verbe qui la gouverne. Dans l'exemple 1(a) le numéro du verbe (notifier) est *frC_4* qui renvoie à la structure *strfrC_4* [*opt(neg1)* + *opt(neg2)* + *vinf* + *arg1* + *opt(opt(precomp), compl(n))* + *opt(opt(precomp), comp2(n))* + *pt*]. Certains éléments de la structure sont mis en optionnel et ne nécessitent donc pas une instanciation obligatoire.

1(a) notifier le contrôle aérien immédiatement.

1(b) $\text{لإبإ} \text{آإپق}^1 \text{آسإل} \text{قأ}^2 \text{م}^3 \text{ف}^4 \text{ق}^5 \text{ق}^6 \text{إ}$

Une fois la macrostructure du verbe français définie et le numéro structural attribué, le système lui fait correspondre une macrostructure arabe équivalente et isomorphe [2]. L'équivalence s'effectue de groupe verbal à groupe verbal et par la structure que chaque groupe introduit. Dans l'exemple 1(b), le nom verbal correspondant au verbe français est donc le

nom verbal « مُتَحَرِّك » qui appartient au groupe *arC_4a* et qui renvoie à la structure *strarC_4a* [*opt(neg1)* + *lexis('Ḥḥi')* + *opt(neg2)* + *nver* + *arg1* + *opt(opt(precomp1), comp1(n))* + *opt(opt(precomp2), comp2(n))* + *pt*]. (voir figure 2)

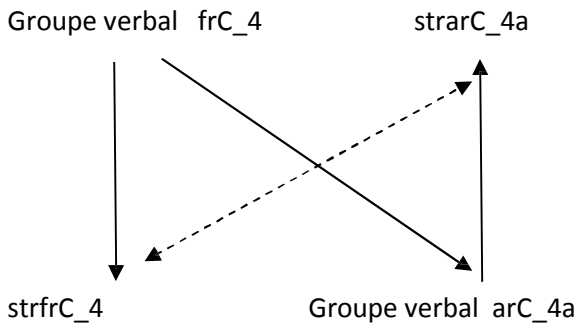


Figure 2 : Exemple d’isomorphisme par paire (groupe verbal/structure) entre le français et l’arabe

4.1.2 Microstructures

L’analyse se poursuit jusqu’aux microstructures. Dans l’exemple 1(a), le syntagme nominal « *le contrôle aérien* » qui représente l’argument 1 (*Arg1_frC*) renvoie à la microstructure [*ad* + *n* + *adj*]. Les variables *ad*, *n*, *adj*, comme le montre la structure, sont génériques basées sur le concept de *super-catégories*. Cette conception catégorielle permet la condensation des parties de discours et évite l’explosion combinatoire due principalement à deux paramètres qui affectent certaines classes : le genre et le nombre. L’axe analytique n’offre pas aux microstructures un inventaire par numéro

comme c'est le cas dans les macrostructures, mais un ensemble de structures répertoriées selon les contraintes de rédaction imposées par la langue contrôlée [2]. L'axe classificatoire intervient plus à ce niveau d'analyse compte tenu de l'importance des classes et des parties de discours. Cet axe permet de saisir les dépendances existantes entre les classes, de comprendre les interactions qui les caractérisent et d'établir en se basant sur ces données syntaxiques, des structures de correspondances entre le français et l'arabe qui tiennent compte de la particularité de chaque langue (analyse stationnaire).

4.2 Axe classificatoire

Cet axe de description s'occupe de décrire les classes et de définir le fonctionnement de chacune d'elle. Ainsi chaque microsystème en rapport avec une partie de discours (système adjectival, système nominal, ...) est analysé et son mode de fonctionnement détaillé, en adoptant à la fois une démarche stationnaire monolingue visant à dégager les particularités de chaque langue, comme le système des cas en arabe avec toutes les variations morphologiques

qu'il induit et une démarche contrastive bilingue qui met en relief les divergences ainsi que les convergences entre les deux langues source et cible. L'axe classificatoire agit en coopération avec l'axe analytique étant donné que les constructions des phrases (macrostructure) sont des constructions argumentales à noyau verbal (classe verbale), et les syntagmes nominaux (libres ou lexicaux) sont des constructions à base lexicale donc basées sur les différents microsystèmes lexicaux

avec toutes les dépendances syntaxiques qu'ils présentent. L'étude des classes dans le système TACT vise à décrire en premier lieu le comportement de certaines parties de discours notamment les noms et les adjectifs et formaliser par la suite leur apparition en contexte. Ces deux classes présentent beaucoup d'intérêt d'autant plus que la construction et la modélisation des microstructures y dépendent. La traduction automatique au niveau microstructural plus qu'au niveau macrostructural nécessite une formalisation minutieuse et précise pour plusieurs raisons, premièrement parce que le nombre des microstructures est largement supérieur à celui des macrostructures et deuxièmement parce que les microstructures font entrer en jeu plus de parties de discours et par conséquent plus de phénomènes linguistiques qui doivent être formalisés. (voir exemple2)

- 2 (a) installer un *détecteur de fumée* près des chambres.
- 2 (b) mettre *les allumettes* hors de portée des enfants.
- 2 (c) s'éloigner de *la voie ferrée*.

Dans les deux exemples 2(a) et 2(b) les deux lexies « détecteur de fumée » et « allumettes » montrent l'importance de l'axe classificatoire dans la traduction automatique du français vers l'arabe et la nécessité d'un travail approfondi sur toutes les classes en contexte. Le mot « allumette » se scinde en arabe en deux lexies « ~~القِش~~, ^{القِش} » admettant ainsi, contrairement aux autres noms simples, une détermination par annexion [2]. De ce fait, la détermination de la lexie « allumette » par l'article « les » en français se traduira en arabe par l'insertion de l'article défini équivalent « ^{ال} » entre les deux lexies séparé par un blanc graphiquement mais sémantiquement indivisible. Autrement dit l'entrée lexicale sera une entrée unique

« $\text{ũiç}^2 \text{ } \text{لـ}$ » avec un procédé formel qui lui conférera le comportement d'un syntagme libre.

Le syntagme « détecteur de fumée » de sa part pose la question de l'unité lexicale. Est-ce que sa traduction exige un traitement séquentiel lexie par lexie ou un traitement par bloc lexical. C'est le rapport sémantique entre les deux lexies une fois traduites en arabe qui déterminera si le syntagme est un syntagme libre ou syntagme lexical. Dans cet exemple, le syntagme « détecteur de fumée » est bel est bien libre compte tenu de la traduction des deux lexies «détecteur » et « fumée » en arabe « ān^{12} », « $\text{ũ}^1\text{z}$ » qui sont sémantiquement indépendantes l'une vis-à-vis de l'autre. Par ailleurs, la traduction de la suite « voix ferrée » vers l'arabe dans l'exemple 2 (c) montre que cette suite n'est pas libre. L'association du nom

«voix» polysémique, avec le participe passé « ferrée » utilisé comme adjectif dans ce cas de figure, restreint le sens du mot «voie» et par conséquent le sens de l'association (n + adj). La règle de transfert générale des suites (ad + n + adj) vers l'arabe se trouve ainsi modifiée puisque les deux sous-systèmes des classes n et adj se confondent en langue source mais se distinguent en langue cible l'arabe. La règle générale prévoit l'insertion de l'article défini devant l'adjectif en arabe si le nom est précédé d'un article défini, autrement dit l'adjectif suit le nom en détermination [artu + n + artu + adj]. Dans l'exemple 2(c), la suite « la voix ferrée » est une unité [n] à part entière en français mais ne l'est pas en arabe car elle requiert l'application de la règle générale de transfert avec l'insertion de l'article défini entre les deux lexies n et adj « $\text{Āi-rir} \text{ } \text{لـ} \text{ } \text{لـ}^2 \text{ } \text{لـ}$ ».

Un autre aspect peut être aussi soulevé dans l'axe classificatoire, c'est le marquage casuel des noms est des adjectifs qui

est crucial dans certains cas pour la traduction vers l'arabe. La morphologie de ces classes, contrairement au français, varie pour indiquer la fonction syntaxique qu'elles assument dans le texte, d'où l'intérêt d'un travail approfondi sur le système des cas entre le français et l'arabe.

Les exemples 1, 2, 3 montrent comment les sous-systèmes de classes interagissent et à quel point l'axe d'analyse classificatoire est important pour définir les relations entre les différentes parties de discours à la fois d'un point de vue monolingue et contrastif.

5. Systémique et isomorphisme dans le système TACT contrôle français-arabe

La systémique est un outil utile qui peut fournir des modèles universels et utilisables par différentes disciplines. Notre travail sur la traduction automatique du français vers l'arabe avec la systémique linguistique comme outil, démontre que l'aspiration à un modèle parfaitement isomorphe entre deux langues en l'occurrence le français et l'arabe est maintenant une réalité. L'isomorphisme dont nous parlons est plus qu'une simple analogie vague et superficielle, c'est la conséquence du fait que, sous certains aspects, des abstractions et des modèles conceptuels peuvent rapprocher deux systèmes totalement différents en se focalisant sur les sous-systèmes qui les constituent. La systémique est dans le système TACT français-arabe, un moyen normatif et méthodologique qui fournit des règles de transfert exactes, des correspondances et des isomorphismes parfaits et qui écarte toute analogie superficielle nuisible à la traduction automatique.

5.1 Structures syntaxico-sémantiques miroir

Les structures syntaxico-sémantiques miroir sont le fruit de la démarche systémique menée dans l'élaboration du système

TACT français-arabe. L'approche en microsystemes nous a permis d'imaginer un moyen de passage sûr du français vers l'arabe en ayant comme objectif le parallélisme entre les deux langues éloignées d'un point de vue global mais assez proches d'un point de vue systémique.

Les structures syntaxico-sémantiques miroir sont des structures appartenant à la catégorie des macrostructures (voir ci-dessus) et dont le noyau de construction est le verbe. Chaque structure est donc pilotée par un verbe et dans certains cas par le verbe et sa dépendance (préposition, adjectif, partV, ...). L'aspect sémantique de ces structures émane du fait que chaque verbe possède un seul sens et donc monosémique. Le contrôle qui stipule par une règle générale (un mot, un sens) qui s'applique d'ailleurs sur les autres classes rend les structures miroir dépourvues de toute ambiguïté. L'équivalence entre le français et l'arabe est de structure à structure et s'effectue via deux numéros appelés respectivement *numéro verbal*, et *numéro structural*. Le numéro verbal attribué au verbe est le même que celui attribué à la structure à laquelle il renvoie. De ce fait, les verbes qui portent le même numéro renvoient à la même structure et constituent par conséquent un groupe verbal (voir figure 3).

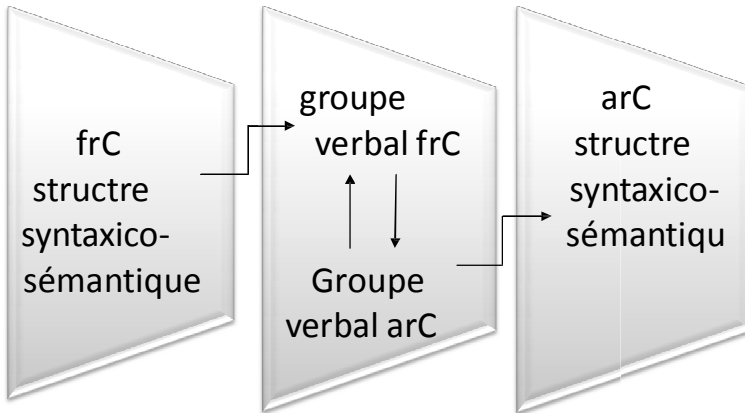


Figure 3 : structures syntaxico-sémantiques miroir (français-arabe)

L'avantage d'une telle approche isomorphique et de maîtriser à la fois la syntaxe et la sémantique de la langue source et cible et de pouvoir ainsi établir des règles de transfert simples et exactes. La syntaxe et la sémantique se trouvent représentées au même niveau, la syntaxe pas la construction articulée autour du verbe et la sémantique pas le verbe lui-même limité à un sens pas la langue contrôlée. La structure miroir permet aussi de prévoir des variations éventuelles des diathèses. (voir exemple 3)

3 (c) *signaler* le cas à l'Institut de Veille Sanitaire immédiatement. signaler -- > frC_7
 opt(neg1) + opt(neg2) + vinf + arg1 + prep_v + arg2 +
 opt(opt(precomp), comp1(n)) +
 opt(opt(precomp), comp2(n)) + pt

$$\begin{aligned} & \text{opt}(\text{neg1}) + \text{lexis}(\text{'\u015e\u0131'}) + \text{opt}(\text{neg2}) + \text{nver} + \text{arg2} + \text{prep_v} + \\ & \text{arg1} + \text{opt}(\text{opt}(\text{prep_comp1}), \text{comp1}(\text{n})) + \\ & \text{opt}(\text{opt}(\text{prep_comp2}), \text{comp2}(\text{n})) + \text{pt} \end{aligned}$$

frC-7

« réduire ».« signaler »

frC

arC

(I arC-7a

(I arC-7b aler)

63

6. Conclusion

L'approche systémique appliquée à la traduction automatique dans le système TACT contrôlé français-arabe appliqué aux protocoles de sécurité est considérée comme une approche novatrice et intelligente appropriée à la solution des problèmes de grande complexité. En effet, les problèmes que présente la traduction automatique du français vers l'arabe sont caractérisés par leur grande complexité, et la recherche de solutions implique une stratégie intellectuelle qui soit fondée sur l'analyse systémique, apte à l'appréhension de problèmes complexes. Il est clair que pour comprendre un ensemble, il faut connaître non seulement ses éléments mais aussi ses relations. Il est avéré en outre que l'adoption de l'approche systémique en traduction automatique conduit au rapprochement des deux systèmes celui de la langue source et celui de la langue cible. Des parallélismes et des isomorphismes apparaissent entre les microsystèmes analysés facilitant ainsi l'établissement d'un modèle syntaxique et sémantique fiable et précis.

Bibliographie

- [1] Beddar M, French to Arabic Machine Translation Isomorphic Syntax, Use of Terminal Sequences, in *ISMTCL Proceedings, International Review Bulag, PUFC, ISSN 0758 6787, ISBN 978-2-84867-261-8, pp 38-42, Besançon, 2009*
- [2] Beddar M, “Système TACT Contrôlé Français-Arabe Appliqué au Protocoles de Sécurité”, *colloque international Langues, cultures et professionnalisation dans un contexte mondialisé Affaires et Traduction dans l’espace euro-arabe, 17-18 avril 2010, Le Caire, Égypte*
- [3] S. Cardey, P. Greenfield, R. Anantalapochai, M. Beddar, D. Devitre, and G. Jin, “Modelling of Multiple Target Machine Translation of Controlled Languages Based on Language Norms and Divergences”, *Proceedings of ISUC2008 (Second International Symposium on Universal Communication)* published by the IEEE Computer Society, Osaka, Japan, 15-16 December, pp 322-329.
- [4] Cardey, S., Greenfield, P., (2008), Micro-systemic linguistic analysis and software engineering: a synthesis, in *revue RML6, 2008, Acte du Colloque International en Traductologie et TAL, 7 et 8 juin 2008, Oran*
- [5] El-Dahdah Antoine, *Dictionnaire de la grammaire arabe universelle, arabe-français*, Librairie du Liban, 1991
- [6] Gross Maurice, *Grammaire transformationnelle du français, I) analyse du verbe*, Cantilène, 1986.
- [7] Galisson R. et Coste D., *Dictionnaire de didactique des*
- [8] Gentilhomme, Yves, *Essai d'approche microsystemique : Théorie et pratique. Application dans le domaine des sciences du langage*, Berne, Editions Peter Lang, 1985.
- [9] Cardey, S., *Traitement algorithmique de la grammaire normative du français pour une utilisation automatique et didactique*, thèse d’état sous la direction de M. le Professeur *langues*, Hachette, 1976
- [10] Cardey, S., *Modélisation, systémique, traductibilité*, BULAG, 28, Université de Franche- Comté, Besançon, 2003.
- [11] Cardey, S., Greenfield, P., (2002) *Systemic Language Analysis and Processing* In actes de la Conférence internationale sur Language, Brain and Computation, 3-5 Octobre 2002, Venise, Italie
- [12] Blachère R. et Gaudefroiy-Demombynes M., *Grammaire de l’arabe classique*, Paris : Maisonneuve et Larose, 2004.
- [13] Neyreneuf Michel, Al-Hakkak Ghalib, *Grammaire active de l’arabe*,

Paris : Le Livre de

Poche, collection « Les langues modernes », 1996.

[14] Daniel Durand, *La systémique*, PUF "Que sais-je?" n°1795, 1979. [15]

Morin, E. *La méthode 1. La nature de la nature*, Paris: Seuil, 1977.

[16] Rosnay, J. de. *Le macroscopie: vers une vision globale*, Paris: Seuil, 1975