

# Comment parle un robot? A propos des interactions verbales homme-machine

*How does a robot speak?*

*A human-machine verbal interaction proposal*

Pierre-André Buvet\*

**Résumé:** Nous discutons ici de la composante dialogique d'un robot. Nous montrons que celle-ci fait appel à deux approches en intelligence linguistique: d'une part, la compréhension automatique des textes et, d'autre, part, la génération automatique des textes. La première approche simule le point de vue de l'interlocuteur en proposant des représentations métalinguistiques de nature sémantique d'une demande faite au robot. La seconde approche simule le point de vue du locuteur en proposant une réponse à la demande initiale. Cette dernière n'est pas pré-enregistrée mais découle de règles de nature sémantique, syntaxique et sémantique. Nous présentons également les ressources linguistiques qui permettent un fonctionnement satisfaisant et dynamique de la compréhension automatique d'une demande et de la génération automatique d'une réponse.

**Mots-clés:** intelligence linguistique. compréhension automatique des textes. génération automatique des textes.

---

\* Lab' TTN (Théories Textes Numérique); Université Paris 13.

**Abstract:** *We discuss here the dialogic component of a robot. We show that it uses two approaches in linguistic intelligence: on the one hand, the automatic understanding of texts and, on the other hand, the automatic generation of texts. The first approach simulates the point of view of the interlocutor with semantic-type metalinguistic representations of a request made to the robot. The second approach simulates the speaker's point of view with a response to the initial request. This one is not pre-recorded but derives from semantic, syntactic and semantic rules. We also present the linguistic resources that allow a satisfactory and dynamic functioning of the automatic understanding of a request and the automatic generation of a response.*

**Keywords:** *linguistic intelligence. automatic understanding of texts. automatic generation of texts.*

## Introduction

Nous assistons à l'avènement des robots au sein de notre société, comme le prédisait l'auteur de science-fiction Issac Asimov dans les années 1950<sup>1</sup>. Si les robots actuels sont loin d'être aussi performants que les robots de la littérature de science-fiction, des progrès remarquables ont eu lieu en robotique ces dernières années, notamment en ce qui concerne les robots faisant fonction d'assistant aide-soignant, dits robots sociaux. Une des particularités de ces robots est d'intégrer un système d'interactions verbales entre l'homme et la machine. C'est de cette particularité dont il est question dans cet article.

Le marché des seniors dans les pays riches est à fort potentiel du fait du vieillissement exponentiel de la population lié à l'augmentation de l'espérance de vie. La nécessité d'accompagner ce phénomène par des pratiques dites du bien-vieillir est, à divers titres, un enjeu majeur pour ces sociétés<sup>2</sup>. L'âge des seniors avançant, se pose la question de leur perte d'autonomie. Les projections montrent l'écart croissant entre les personnes non autonomes et les professionnels qui les aident à surmonter les difficultés qu'entraîne leur état<sup>3</sup>. C'est pourquoi les robots sont présentés comme une solution pérenne pour pallier le manque de personnel [DEVILLERS 2017].

---

1 ASIMOV I. 2001, Le cycle des robots, J'ai lu

2 Cf. [https://www.la-croix.com/Archives/1999-10-22/Dossier-Seniors-\\_NP\\_-1999-10-22-485649](https://www.la-croix.com/Archives/1999-10-22/Dossier-Seniors-_NP_-1999-10-22-485649).

3 Cf. <http://www.bdsp.ehesp.fr/Base/372746/>.

Les robots d'aide à la personne se caractérisent par leur aspect, par leur mobilité et par leur capacité communicative. La première caractéristique porte sur l'aspect plus ou moins humanoïde des robots. A côté de NADINE, un robot social qui ressemble trait pour trait à sa conceptrice Nadia Thalman<sup>4</sup>, d'autres robots ont une forme générale qui n'est pas sans rappeler le corps d'un être humain, si ce n'est que leur taille est plus proche de celle d'un enfant que de celle d'un adulte, par exemple les robots PEPPER, NAO et ROMEO de la société SoftBanks Robotics. Certains robots ont une forme plus stylisée qui a peu de rapport avec le corps humain, par exemple les robots de la société ELLI-Q<sup>5</sup>. Parfois, leur partie supérieure évoque une tête humaine, par exemple les robots CUTTI<sup>6</sup> ou le robot KURI de la société Mayfield robotics<sup>7</sup>. Il existe également des robots qui ont l'apparence d'un animal, soit totalement comme le robot-phoque PARO de la société Inno3Med<sup>8</sup>, soit partiellement comme le robot-ours ROBEAR de la société Riken<sup>9</sup>. La seconde caractéristique concerne le déplacement ou l'absence de déplacement du robot. Les robots très humanoïdes ont un mode de déplacement qui simule la marche humaine, par exemple la version ZORA de NAO. Les robots moins humanoïdes se déplacent en roulant, par exemple les robots de la société Kompai ou le robot GIRAFF du consortium GiraffPlus. D'autres robots ont des éléments mobiles mais ne se déplacent pas, par exemple les robots ORIGIBOT de la société Origin Robotics. La troisième caractéristique ressortit au mode d'interactions homme-machine. Il peut être centré sur la communication non verbale, de nature tactile, auditive et kinésique, afin de susciter des émotions chez des usagers souffrant de troubles cognitifs, c'est le cas avec le robot thérapeutique PARO<sup>10</sup>. L'utilisation d'écran incorporé dans le robot est une autre possibilité, par exemple avec la gamme des robots de la société Padbot<sup>11</sup>. L'interaction avec un écran peut être tactile ou bien s'effectuer par commande vocale. Enfin, des robots permettent des interactions verbales en répondant à des questions et en obéissant à des

---

4 Cf. <https://usbeketrica.com/article/a-singapour-une-chercheuse-a-cree-son-clone-robotique>.

5 Cf. <https://elliq.com/>.

6 Cf. <https://www.cutii.io/>.

7 Cf. <https://www.heykuri.com/>.

8 Cf. <http://www.phoque-paro.fr/>.

9 Cf. <https://www.industrie-techno.com/article/robear-l-aide-soignant.41700>.

10 Cf. <https://www.youtube.com/watch?v=jPZHfXWxiM>.

11 Cf. <https://www.padbot.com/>.

ordres. Ainsi, la version ZORA de NAO interagit avec ses usagers en dialoguant<sup>12</sup>.

Les robots d'aide à la personne âgée ont plusieurs fonctionnalités qui mobilisent des technologies spécifiques. La fonctionnalité de soins est la plus ancienne. Elle consiste notamment à mesurer les états physiologiques d'une personne en s'appuyant sur des objets connectés à une plateforme dédiée à la surveillance médicale. Lorsque les signaux s'avèrent anormaux, une alerte est lancée. La prévention des chutes est une autre de ces fonctionnalités. Elle est imputable à des robots que l'on peut définir comme des déambulateurs intelligents. Ils permettent aux personnes présentant des troubles de l'équilibre de se déplacer sans risque. Des systèmes informatiques élaborés gèrent le déplacement de ces robots en fonction des indications des usagers et d'informations sur leur environnement spatial obtenues à partir de capteurs. La détection des chutes est une autre fonctionnalité des robots. Elle fait également appel à des capteurs de géolocalisation. Ils informent un système qui mesure régulièrement la position d'un usager et lance une alerte lorsque cette position s'écarte des normes de sécurité. La téléprésence est une fonctionnalité plus générale. Elle permet, d'une part, de surveiller un senior à distance en déplaçant le robot dans son lieu de vie et, le cas échéant, de lancer une alerte, et, d'autre part, de communiquer avec lui. Elle implique la présence d'un écran qui utilise la visioconférence et d'un système de télécommande à distance pour déplacer le support de l'écran. La fonctionnalité de sociabilité peut être une conséquence de celle de téléprésence puisque cette dernière donne lieu à des interactions entre l'utilisateur et une autre personne. Plus largement, la fonctionnalité de sociabilité concerne les robots de compagnie, qui sont développés pour pallier l'isolement affectif et social des personnes âgées. La fonction de serviabilité est consubstantielle aux robots puisqu'elle implique d'effectuer des tâches pour lesquelles ils ont été conçus. Ces deux dernières fonctionnalités s'appuient, entre autres, sur des technologies du type chatbot lorsqu'il s'agit d'interactions verbales. Pour qu'elles soient réellement efficaces, la qualité du chatbot est un facteur crucial.

---

12 Cf. <https://www.youtube.com/watch?v=48qPc8xD-Wo>.

Nous discutons à présent uniquement des chatbots. Après avoir situé les agents conversationnels<sup>13</sup> au sein des interfaces homme-machine, nous précisons quel est l'apport de l'intelligence linguistique pour le développement d'un chatbot élaboré, puis nous expliquons comment fonctionne un agent conversationnel qui s'appuie sur un traitement linguistique de l'information non structurée.

## A propos des agents conversationnels

Des technologies du numérique traitent le langage humain sous ses formes orale et écrite. Il s'agit de l'interpréter ou de le reproduire automatiquement. Elles sont dédiées soit exclusivement au premier volet du traitement, par exemple l'analyse des sentiments, soit essentiellement au second volet, par exemple la génération automatique de billets journalistiques, ou bien simultanément aux deux volets. Celles de la troisième catégorie sont le plus souvent des interfaces homme-machine connues sous le nom de 'chatbot' ou 'agent conversationnel'. Chatbot est un mot valise anglais formé de la lexie *chat*, en français *discussion*, et de la lexie *robot*. Un chatbot se présente sous la forme d'une API prenant en entrée un fichier texte ou son et fournissant en sortie un autre fichier texte ou son. Il s'ensuit un moyen de communiquer avec une machine soit par écrit soit oralement. Le fonctionnement d'un chatbot repose sur la compréhension d'un message émis par un être humain, typiquement une demande, et sur la formulation par la machine d'un autre message en rapport avec le message initial, typiquement une réponse.

Les formulaires, les menus interactifs, les invites de commandes, etc., permettent à l'utilisateur de donner des instructions à un ordinateur. De tels modes de communication sont parfois insuffisants pour exprimer les besoins précis de l'utilisateur du fait de leur relative rigidité. Le dialogue homme-machine se conçoit comme un moyen de remédier à ces insuffisances. Il s'agit d'un système permettant une interaction entre un humain et un système dans un cadre plus ou moins restreint. Sa mise en œuvre est rendue difficile par le caractère complexe de la langue.

---

13 Les termes agent conversationnel et chatbot sont synonymes.

Le dialogue homme-machine est donc un type d'interface homme-machine tel que le langage est le moyen d'échanger des informations. Le terme *dialogue*<sup>14</sup> sert à désigner «les différentes formes d'entretien entre deux personnes» [LANDRAGIN 2013]. La dénotation de *dialogue* doit être distinguée de celle de *conversation* et de celle de *discussion* car un dialogue a des caractéristiques spécifiques: il est structuré du fait qu'il comporte forcément un début, un déroulement et une fin; il implique des tours de paroles codifiés; il nécessite une isotopie temporelle, c'est-à-dire les interactions verbales ne sont pas décalées dans le temps [KERBRAT-ORECCHIONI 1990]. L'isotopie spatiale n'est pas une condition du dialogue : on peut dialoguer avec quelqu'un à distance, par exemple par le biais d'un téléphone. L'oral et l'écrit sont les deux formes possibles du dialogue. Ainsi, une messagerie instantanée permet de dialoguer. En revanche une correspondance et un échange de mails n'appartiennent pas à la catégorie 'dialogue' car les échanges sont différés dans le temps. Le dialogue est imputable à deux locuteurs, L1 et L2, qui obéissent à un principe d'alternance tels le rôle du locuteur et de l'interlocuteur est attribué successivement à L1 et L2 [SACHS & Alii 1974]. Dans le cas du dialogue homme-machine, l'un des deux locuteurs est une machine de telle sorte que le langage naturel se substitue au code informatique. Cette substitution implique des échanges bilatéraux en langue naturelle. Dans le cas contraire, il s'agit soit d'une interface de commande vocale soit d'une interface conviviale dotée de la parole. Les systèmes du premier type se contentent de comprendre la parole humaine en réagissant à des injonctions exprimées oralement. Les systèmes du second type interagissent avec les humains en prononçant des instructions.

Le dialogue homme-machine fait l'objet de nombreux travaux de recherche en Traitement automatique des Langues et en Intelligence artificielle depuis plus de trente ans [SABAH 1989] Il s'agit d'un secteur d'activité central dans les Industries de la Langue. Les systèmes de dialogue homme-machine se distinguent selon qu'ils sont plus ou moins dirigés par la machine [PIERREL & Alii 2000]. Lorsque les contraintes d'utilisation sont fortes, les interactions verbales portent sur des univers de connaissance très restreints, comme c'est

---

14 Il ne sera pas tenu compte ici d'un emploi plus spécialisé du mot 'dialogue', celui qui relève du domaine du théâtre.

le cas dans le système GUS qui est dédié à la vente de billets d'avion en ligne [VILNAT 1997]. Dans de tels systèmes, la notion de scénario a un rôle de premier plan car elle détermine la nature des interactions en jeu et leur mode d'organisation. Les messages sortants, sont ceux du locuteur artificiel ; ils sont prédéfinis en fonction de la compréhension de l'intention de l'utilisateur. Les messages entrants sont ceux du locuteur humain, mais il s'avère très souvent que « tout système de dialogue homme-machine a ses limites, et, rapidement, l'utilisateur s'aperçoit que la machine présente des limites de compréhension » *ibidem*.

Les systèmes de communication en langue naturelle de la première génération sont essentiellement dédiés à l'interrogation de bases de données ou à des tâches très spécialisées. Ils permettent de formuler des instructions en langue naturelle et d'y répondre en langue naturelle. Les systèmes d'interaction en langue naturelle de la deuxième génération sont plus élaborés. Ils sont capables de traiter des phénomènes linguistiques qui peuvent s'avérer des freins pour l'efficacité des systèmes. Pour détecter l'intention du locuteur humain, il est nécessaire, notamment, de traiter l'inférence, la référence et le méta-dialogue. Le traitement de l'implicite consiste à mettre en évidence les conséquences implicites d'un énoncé [HENZE & Alii 2004]. Par exemple, le fait de dire *La porte est ouverte* n'entraîne pas les mêmes réactions selon les contextes. Cela peut signifier 'il faut fermer la porte', par exemple parce qu'il y a un courant d'air ou au contraire 'il faut laisser la porte ouverte', par exemple parce que quelqu'un doit venir. Le traitement de l'inférence implique d'implémenter dans un système de dialogue homme-machine des connaissances extralinguistiques et des outils capables de détecter l'implicite du discours [HOC 1987]. La question de la référence est centrale dans le traitement automatique des dialogues. Il y a d'abord la résolution de la question des pronoms des première et deuxième personnes qui changent de référent à chaque tour de parole et dépendent de la situation d'énonciation [BENVENISTE 1966]. Ensuite, vient l'analyse des chaînes de référence qui concerne les pronoms de la troisième personne, les groupes nominaux et les noms propres [CORBLIN 1995]. Ils fonctionnent différemment selon que leur référence fonctionne de façon anaphorique ou de façon déictique. Dans le premier cas de figure, leur

référent se trouve dans le cotexte gauche (dans le cotexte droit, si le fonctionnement est cataphorique). Dans le second cas, il est à trouver dans la situation d'énonciation. Le traitement de la référence nécessite d'implémenter les mêmes ressources que précédemment si ce n'est qu'il exige également de faire appel à des outils capables d'identifier les référents [GROSZ & SIDNER 1986]. Le concept de méta-dialogue fait référence à la fonction phatique du langage, c'est-à-dire lorsqu'il porte sur lui-même. Son traitement «consiste en des sous-dialogues spécifiques de demande de répétitions (accompagnées ou non de consignes particulières), de demande de confirmation ou de validation en cas d'ambiguïté, de traitement de contestation de l'interlocuteur sur les résultats de la reconnaissance ou de la compréhension, de mise en attente, de maintien de dialogue et de relance» [PIERREL & *Alii* 2000]. Des systèmes de dialogue homme-machine de troisième génération exploitent les travaux fondés sur l'apprentissage automatique [HIRAOKA & *Alii* 2017]. Ils permettent dans des cadres d'exploitation très contraints d'effectuer de façon plus efficace certaines des tâches effectuées dans les autres types de systèmes [CHANDRAMOHAN & *Alii.*, 2011].

Il existe toutes sortes de chatbots. On peut les subdiviser en deux catégories [GOURITIN 2018]: a) les chatbots faisant illusion mais qui s'avèrent inefficace à l'usage; b) les chatbots plus performants, dits ici chatbots intelligents. Les chatbots de la catégorie a) se contentent de deux ou trois échanges très généraux, puis indiquent leur incapacité à traiter l'information. Les chatbots de la catégorie b) sont capables de traiter l'information langagière lorsqu'elle s'applique à un secteur circonscrit. Les solutions mises en œuvre pour développer les chatbots sont de plusieurs sortes: 1) des solutions non linguistiques; 2) des solutions faiblement linguistiques; 3) des solutions quasi-linguistiques; 4) des solutions linguistiques; 5) des solutions fortement linguistiques.

Quelles que soient les solutions, elles peuvent intégrer des technologies dites, d'une part, 'speech-to-text', et, d'autre part, 'synthèse vocale'. Dans le premier cas de figure, il s'agit de convertir automatiquement un message oral en message écrit. Dans le second cas de figure, c'est l'inverse : un message écrit est converti automatiquement en message oral. Ces deux aspects



technologiques ne sont pas présentés ici. Les solutions des types 1 à 4 correspondent généralement à un système de question-réponse, c'est-à-dire une question est posée par un être humain et la réponse est fournie par la machine. Les solutions du type 5, sont au-delà d'un système question-réponse, puisqu'il s'agit de reproduire des interactions verbales plus approfondies entre deux êtres humains telles que l'un est un être humain et l'autre une machine.

Les solutions du type 1) sont triviales car elles sont fondées sur la préparation de phrases toutes faites correspondant à des demandes qui, une fois reconnues, sont associées à des réponses préalablement enregistrées. Les premiers chatbots conçus selon ce principe datent d'une cinquantaine d'année [WEIZENBAUM 1966]. Les solutions du type 2) sont plus élaborées puisqu'elles utilisent des mots clefs qu'il s'agit d'identifier automatiquement dans les demandes afin de les associer à des concepts, qui à leur tour sont associés à des réponses toutes faites. Un grand nombre de chatbots sont fondés sur ce principe. Ils peuvent être renforcés par des outils statiques qui exploitent les associations demande-réponse recensées. Les solutions du type 3) sont dites quasi-linguistiques car elles font appel à l'analyse linguistique pour la composante du chatbot qui traite la compréhension de la demande, *cf. infra*. Cependant, ce n'est pas le cas pour la formulation de la réponse, celle-ci est une phrase toute faite. La solution du type 4) intègre la solution du type 3) pour la partie analyse de la demande et s'appuie sur la génération automatique de textes, *cf. infra*. Cette technologie permet de fournir une réponse identique sur le plan du contenu, mais présentant des variantes sur le plan de la forme. La solution du type 5) doit permettre au robot de simuler le plus possible une conversation en s'appuyant sur des scénarios d'interactions verbales. Elle reste à concevoir.

## **Apport de l'intelligence linguistique<sup>15</sup>**

Par définition, un chatbot intelligent comprend automatiquement les messages entrants (typiquement une question) et les associe automatiquement à des messages sortants (typiquement une réponse). Il a vocation à simuler les

---

15 A propos du concept d'intelligence linguistique et de son articulation avec le concept d'intelligence artificielle, *cf.* BUVET P.-A. sous presse, « Linguistique et intelligence, » in Linguistique et ... Peter Lang

interactions verbales entre deux êtres humains en prenant la place de l'un des deux interlocuteurs (typiquement, celui qui fournit des réponses). La performance d'un chatbot est tributaire de la qualité interprétative des messages entrants et de la pertinence informative des messages sortants. Elle est conditionnée également par la rapidité des échanges d'information entre l'utilisateur et la machine.

Pour améliorer la performance d'un chatbot, il est fait appel ici à un traitement linguistique des messages entrants et sortants. Le traitement des messages entrants diffère de celui des messages sortants puisque dans le premier cas de figure il est fondé sur la compréhension automatique des textes et, dans le deuxième cas de figure, il s'appuie sur la génération automatique des textes c'est-à-dire deux technologies distinctes du traitement automatique des langues [PIERREL & *Alii* 2000]. Pour autant, les technologies de compréhension automatique de textes et génération automatique de textes peuvent partager un même modèle de données pour traiter les messages, qu'ils soient entrants et sortants, et ce d'autant plus qu'il faut faire appel à un dispositif associant un message entrant à un message sortant.

Afin de faciliter les flux d'échange dans la chaîne de traitement de l'information, il faut faire appel à une représentation formelle et commune des données langagières. Ici, il est utilisé une représentation des contenus propositionnels des messages entrants et sortants en termes de structure prédicat-argument pour comprendre et générer des messages de façon homogène. Le concept de structure prédicat-argument s'appuie sur les travaux de Zellig S. Harris [HARRIS 1976], Maurice Gross [GROSS 1981], Pierre-André Buvet [BUVET 2013], Salah Mejri [MEJRI 2016] et Robert Martin [MARTIN 2016]. Ces travaux ont comme source d'inspiration la logique des prédicats proposée par Gottlob Frege [FREGE 1971].

Dans cette théorie, le concept de prédicat est défini comme une relation de telle sorte que les propositions, au sens logique du terme, sont analysées comme des rapports entre des entités, dénommées arguments. Cette modélisation diffère de la modélisation aristotélicienne et donne lieu à la

représentation fonctionnelle suivante d'un contenu propositionnel<sup>16</sup>:  
**proposition => prédicat(argument<sub>i</sub>)<sup>17</sup>.**

Appliqué aux faits de langue, le calcul des prédicats conduit à associer le contenu d'un énoncé à une structure prédicat-argument. Par exemple, l'énoncé *Le médecin soigne un patient* est représenté métalinguistiquement par la structure prédicat-argument suivante: **soigner (médecin, patient)**. Les énoncés se distinguent selon qu'ils véhiculent un contenu propositionnel simple ou complexe. Dans le second cas de figure, une imbrication de prédicats caractérise les énoncés. Par exemple, dans l'énoncé *Le médecin affirme au patient qu'il est guéri*, le contenu propositionnel incorpore un autre contenu propositionnel. Il s'ensuit que l'énoncé est représenté métalinguistiquement par une structure prédicat-argument faisant état d'un prédicat imbriqué dans un autre prédicat: **affirmer (médecin , patient, guéri(patient))**.

Un niveau d'abstraction plus élaboré est également possible en remplaçant les formes lemmatisées des unités lexicales par leur classe sémantique. Ainsi, les deux énoncés ci-dessus ont les représentations métalinguistiques suivantes: **SOIN (HUMAIN1, HUMAIN2)**  
**AFFIRMATION (HUMAIN1, HUMAIN2, GUERISON(HUMAIN2))**.

Pour traiter l'information du double point de vue des messages entrants et des messages sortants, le choix du formalisme linguistique est crucial. Il faut donc préciser le type d'approche théorique qui le sous-tend. Les théories sur le langage se distinguent selon leur objet d'étude privilégié. Ainsi, les théories morphologiques ont comme point d'entrée la morphologie pour étudier les faits de langue, par exemple la théorie dite morphologie constructionnelle [FRADIN 2003]. Il en est de même pour les théories syntaxiques, pour les théories sémantiques, pour les théories énonciatives, pour les théories pragmatiques par rapport, respectivement, à la syntaxe, la sémantique, l'énonciation et la pragmatique. Les théories lexicales assignent une place centrale au lexique dans les analyses linguistiques qu'elles produisent. C'est le cas de celles qui

<sup>16</sup> La représentation est dite fonctionnelle parce que , le prédicat correspondant à une fonction algébrique, l'argument à une variable

<sup>17</sup> La lettre i indique le nombre d'arguments mis en relation par un prédicat, dit arité.

s'appuient sur des structures prédicat-argument pour représenter des faits de langue.

L'efficacité d'un chatbot repose sur la compréhension du message entrant et son adéquation avec le message sortant. De ce point de vue, les structures prédicat-argument contribuent à l'association d'un message entrant et d'un message sortant dans la chaîne de traitement de l'information en permettant de relier l'aboutissement de la phase d'interprétation du message entrant avec le commencement de la phase de production du message sortant. La solution présentée ici est fondée sur une technologie de compréhension automatique des textes et une technologie de génération automatique des textes, *cf. infra*. Le point de jonction de ces deux technologies est le point d'arrivée de la première technologie sous forme de structure prédicat-argument et le point de départ de la seconde technologie également sous forme de structure prédicat-argument. Du fait que le message entrant exprime un besoin, sa représentation métalinguistique est incomplète, c'est-à-dire il manque l'un de ses constituants. Le besoin exprimé initialement est satisfait dans le message sortant lorsque la représentation métalinguistique qui le produit est saturée, c'est-à-dire l'élément absent de l'autre représentation est spécifié. Les autres éléments de l'une et l'autre représentations métalinguistiques étant similaires, elles sont mises en relation de telle sorte qu'il y a association du message entrant au message sortant. De ce point de vue, les structures prédicat-argument sont adaptées, en tant que représentations métalinguistiques, pour effectuer la tâche d'association entre le message entrant et le message sortant.

Le modèle de données utilisé pour développer un chatbot accorde un rôle central aux concepts de prédicat et d'argument et à la relation qui les unit pour l'analyse automatique des faits de langue. Cette dernière exploite des ressources linguistiques correspondant à des grammaires locales, de dictionnaires et de bases de règles, *cf. infra*. L'homogénéisation de l'intégration et de l'utilisation de ces ressources dans le système qui fait fonctionner l'agent conversationnel constitue une première contrainte pour la fluidité du traitement de l'information. D'autant plus, que les processus de compréhension et de génération de messages ont des objectifs opposés: dans le premier cas de figure,

l'input est un texte et l'output une représentation métalinguistique; c'est l'inverse dans le second cas de figure, l'input est une représentation métalinguistique et l'output un texte. Par ailleurs, il y a nécessité d'associer l'output de la compréhension automatique avec l'input de la génération automatique. La simulation d'une conversation humaine représente une seconde contrainte. De ce point de vue, sont impératives la qualité et la pertinence des messages sortants ainsi que la rapidité du temps de traitement ; le temps de réponse devant être de l'ordre de la seconde. Enfin, la troisième contrainte concerne la robustesse du système et son adaptabilité à toutes sortes d'environnement informatique.

Le taux de pertinence du chatbot a fait l'objet d'une évaluation quantitative et qualitative par le biais de l'évaluation de deux composantes du système : celle qui traite la compréhension des messages entrants, d'une part, et celle qui prend en charge les messages sortants, d'autre part. Dans l'une et l'autre évaluations, il s'agit de faire la mesure du bruit, information non pertinente présentée par le système comme pertinente, et du silence, information pertinente non retenue comme telle par le système [SHANNON 1948].

La première évaluation s'appuie sur celle que l'on utilise pour les systèmes d'étiquetage; il s'agit de comparer des informations préalablement identifiées par au moins une personne avec les informations identifiées et qualifiées par le système. Elle a consisté à étiqueter manuellement un corpus de messages entrants (2000) et de comparer l'étiquetage manuel avec l'étiquetage du même corpus par le moteur d'analyse sémantique. Pour cela, sont mesurés le bruit, et le silence en termes de taux de précision et de taux de rappel<sup>18</sup>. Les résultats obtenus sont les suivants: Taux de précision: 92,1/Taux de rappel: 94,8.

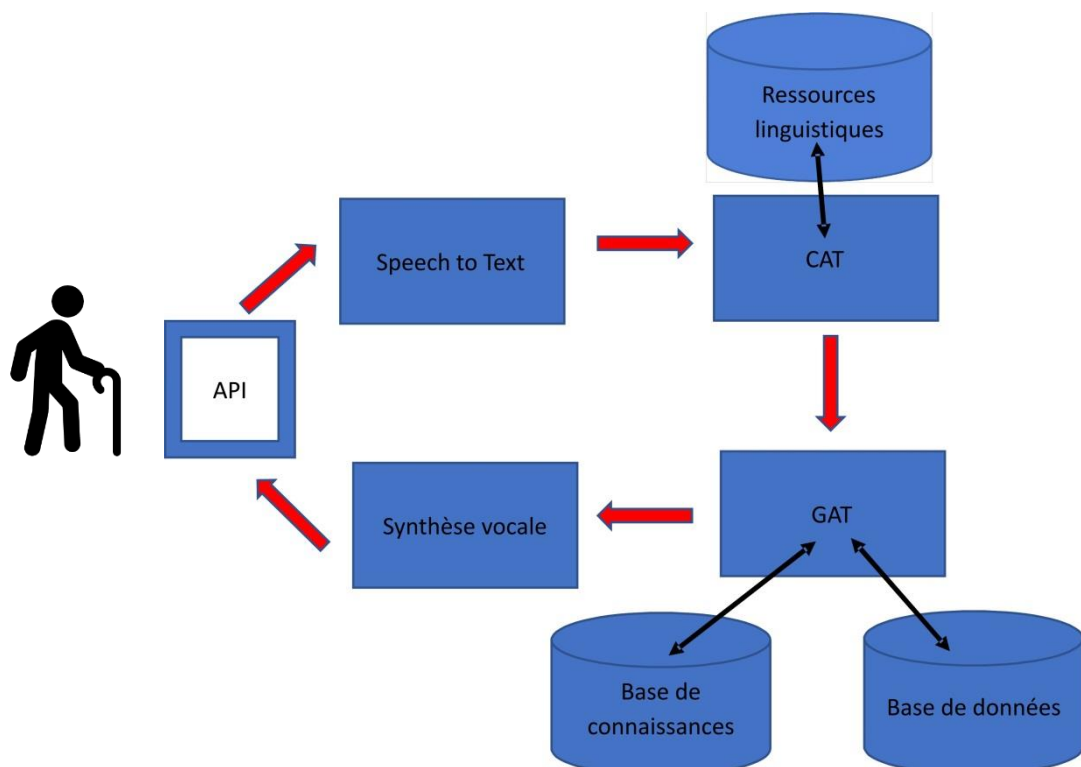
---

<sup>18</sup> Il est d'usage de proposer les formules suivantes pour les calculer : Précision = vrai positif / vrai positif + faux positif/Rappel = vrai positif / vrai positif + faux négatif. Le terme « vrai positif » dénote l'information pertinente qui a été identifiée comme telle alors que les termes « faux positif » et « faux négatif » dénotent respectivement l'information non pertinente mais identifiée comme pertinente et l'information pertinente mais non identifiée comme telle.

La seconde évaluation consiste à vérifier si les résultats fournis par les solutions applicatives sont conformes, ou non, aux besoins exprimés<sup>19</sup>. Le protocole d'évaluation nécessite de faire appel à une personne qui ne connaît pas les résultats fournis par le chatbot afin d'assurer l'indépendance de la comparaison. Aussi, l'évaluation a consisté à élaborer manuellement un corpus de messages sortants et le comparer avec les messages sortants produits par le chatbot. Il s'avère qu'il manque 11% des données obtenues manuellement mais que 4% fournis automatiquement ne sont pas dans le corpus de référence. Les défaillances du module de génération automatique portent sur des questions de synonymies qui s'avèrent insuffisamment traitées jusqu'à présent.

## Mode de fonctionnement de l'agent conversationnel

Nous présentons l'architecture du système qui fait fonctionner le chatbot.



<sup>19</sup> La seconde évaluation diffère de celle effectuée lors de la première car le processus générationnel est incompatible avec un processus d'étiquetage réalisé préalablement et manuellement. Le contrôle sur les données qu'implique la méthode de génération automatique des textes fait que le concept de bruit n'a guère d'intérêt pour l'évaluation.

L'API est l'interface qui permet les interactions entre l'homme et la machine. Les modules de speech-to-text et de synthèse vocale ont pour rôle respectif de transformer un fichier son en fichier texte et un autre fichier texte en fichier son. Le module de compréhension automatique de texte (CAT) comporte un moteur d'analyse sémantique qui exploite des ressources linguistiques sous forme de dictionnaires électroniques et de grammaires locales [BUVET 2015]. La tâche du moteur sémantique est de remplacer le message entrant, sous forme de fichier texte, en une représentation symbolique. Cette représentation est fournie au module de génération automatique de texte (GAT) qui a pour tâche de l'associer à une autre représentation symbolique à partir de laquelle sera produit le message sortant sous forme de fichier texte.

Les représentations symboliques utilisées dans le système sont des représentations métalinguistiques, plus précisément il s'agit de représentations de nature sémantique faisant état du mode de fonctionnement linguistique des énoncés. Les messages entrants traités par l'agent conversationnel ont des demandes d'information ou bien des demandes d'action. Les demandes d'information se présentent soit sous forme de questions (Par exemple, *Que mangeons nous ce soir?*) soit sous forme de requêtes (Par exemple, *Je voudrais savoir ce que nous mangeons ce soir.*) Les demandes d'action sont formulées, sous forme d'injonctions (*Monte le chauffage*) ou de constats (*J'ai froid*). Dans le cas des injonctions, la demande est formulée la plupart du temps d'une façon explicite. Dans le cas des constats, la demande est implicite de telle sorte qu'il faut inférer à partir du constat quel est le besoin pour pouvoir le satisfaire. Les réponses aux demandes d'action ont deux dimensions: une dimension extralinguistique, il s'agit de répondre concrètement à la demande en agissant de façon appropriée, et une dimension linguistique, il faut faire savoir que l'action demandée est exécutée ou sur le point de l'être. La dimension extralinguistique n'est pas développée ici.

Que l'on ait affaire à des demandes d'information ou des demandes d'action, leurs représentations métalinguistiques font intervenir des structures prédicat-argument, cf. *supra*, afin d'homogénéiser le traitement de l'information. Les messages entrants diffèrent en fonction du type de demande. Pour les demandes d'information, l'intention du locuteur humain fait état d'un manque,

plus précisément d'un manque informatif, qu'il faut combler. Aussi, la représentation métalinguistique du message entrant, désormais RMe, doit spécifier ce manque de telle sorte que l'on puisse associer à une représentation métalinguistique du message sortant, désormais RMs, en s'appuyant sur le fait que cette représentation puisse le combler. Les représentations métalinguistiques exprimées en termes de structure prédicat-argument étant des représentations fonctionnelles, elles correspondent aux formules suivantes selon que le prédicat est: un prédicat monadique, c'est-à-dire son domaine d'arguments est unaire ( $RM1 = \text{PREDICAT (ARGUMENT1)}$ ); un prédicat dyadique, c'est-à-dire son domaine d'arguments est binaire ( $RM2 = \text{PREDICAT (ARGUMENT 1 ARGUMENT2)}$ ); un prédicat triadique c'est-à-dire son domaine d'argument est ternaire ( $RM3 = \text{PREDICAT (ARGUMENT1, ARGUMENT2, ARGUMENT3)}$ ).

L'hypothèse a été faite qu'une RMe comporte un seul élément inconnu, une variable ou une fonction, qui est associée à un RMs à partir de leurs autres éléments communs et qui fait état de l'élément inconnu. Ainsi, la demande d'information *Qu'est-ce qu'il a comme repas?* a comme RMe **MENU (X)** et est associée à la RMs **MENU(%liste\_plat%)** parce que le prédicat **MENU** figure dans les deux représentations de telle sorte que l'argument **%liste-plat%** est l'objet de la question représenté par **X**. De même, la demande d'information *Est-ce que mon fils m'a appelé?* a comme RMe **OUI\_NON=X (TELEPHONE (FILS (INTERLOCUTEURh), INTERLOCUTEURh))** et est associée, selon le contexte, soit à la RMs **OUI (TELEPHONE (FILS (INTERLOCUTEURh), INTERLOCUTEURh))** soit à la RMs **NON (TELEPHONE (FILS (INTERLOCUTEURh), INTERLOCUTEURh))** parce que **(TELEPHONE (FILS (INTERLOCUTEURh), INTERLOCUTEURh))** figure dans les deux représentations de telle sorte que le prédicat enchâssant **OUI** ou bien **NON** est l'objet de la question représenté par le prédicat enchâssant **OUI\_NON=X**.

Pour les demandes d'action, l'intention du locuteur humain correspond à un besoin concret qu'il convient de satisfaire. Un message entrant sous forme d'injonction est suffisamment explicite pour qu'il soit rapportable à une RMe. En revanche, lorsqu'il est sous forme de constat, son intention est indirectement accessible à l'interlocuteur; il faut inférer du contenu sémantique exprimé un



autre contenu sémantique. Ce dernier doit se rajouter dans la RMe sous forme de structure prédicat-argument à la structure prédicat-argument en rapport avec le premier contenu sémantique. Des règles d'inférence sont utilisées pour aboutir à de telles RMe. L'association de ces représentations avec les RMs s'effectue d'une façon différente que précédemment. Il s'agit d'identifier parmi les secondes des structures prédicat-argument similaires à celles des premiers et de les concaténer avec une structure prédicat faisant état de l'exécution de la demande initialement formulée. Par exemple, la demande d'action *Il fait sombre?* a comme RMe **FAIBLE LUMINOSITE (DEIXIS) & ORDRE (INTERLOCUTEUR<sub>h</sub>, INTERLOCUTEUR<sub>r</sub>, ALLUMAGE (LUMIERE))** et est associée à la RMs **FAIBLE LUMINOSITE (DEIXIS) & ORDRE (INTERLOCUTEUR<sub>h</sub>, INTERLOCUTEUR<sub>r</sub>, ALLUMAGE (INTERLOCUTEUR<sub>r</sub>, LUMIERE)) & INFORMATION (INTERLOCUTEUR<sub>r</sub>, INTERLOCUTEUR<sub>h</sub>, EXECUTION ORDRE (INTERLOCUTEUR<sub>h</sub>, INTERLOCUTEUR<sub>r</sub>, ALLUMAGE ((INTERLOCUTEUR<sub>r</sub>, LUMIERE)))**. La RMs aboutit, par exemple à l'énoncé suivant: *Comme il fait sombre, vous souhaitez que j'allume la lumière. C'est fait.*

Les formes expressives d'un contenu sémantique, entre autres une intention, s'avèrent d'une très grande diversité aux niveaux morphologique, syntaxique et lexical [MEL'CUCK 1995]. Cette transformation est effectuée au niveau du module de compréhension des textes en procédant en deux étapes: 1) extraction des données en les identifiant sous leur forme linguistique; 2) qualification et interprétation des données en les associant avec des métainformations de nature sémantique. L'option retenue pour effectuer cette interprétation de messages entrants est de recourir à un moteur d'analyse sémantique qui simule trois des capacités linguistiques dont disposent les humains. La première capacité est la capacité lexicale, c'est-à-dire la mémorisation des mots de la langue qu'ils soient simples ou bien composés. La seconde capacité est la capacité structurelle qui concerne, notamment, les niveaux morphologique, syntaxique et sémantique de la langue. La troisième capacité est la capacité combinatoire, c'est-à-dire le fait d'exprimer un même contenu propositionnel de toutes sortes de façons. La simulation de ces trois capacités nécessite des outils informatiques et des ressources linguistiques

pour identifier l'information et la qualifier avec des étiquettes sémantiques, cf. *infra*. Le choix des métainformations rajoutées aux textes en termes de structure prédicat-argument s'appuie sur les propriétés des unités lexicales identifiées. Celles-ci doivent être suffisamment décrites dans les ressources linguistiques pour que l'étiquetage sémantique soit opératoire.

La transformation d'une RMs en message sortant constitue une autre sorte de difficulté. Le choix a été fait d'un processus qui s'appuie sur des dictionnaires conceptuels, c'est-à-dire des dictionnaires dont la macrostructure est formée de concepts et la microstructure des unités lexiques rattachées à chaque concept. Il a été fait appel à deux sortes de dictionnaires conceptuels : celui des prédicats et celui des arguments. Les RMs sont sous forme de structures prédicat-argument telle que le prédicat correspond à la fonction et les arguments à ses variables. Les prédicats et ses arguments sont symbolisés par leur classe sémantique. Nonobstant des ajustements pragmatiques, par exemple *lundi* quand le message entrant est *Quel jour sommes-nous?*, les classes sémantiques sont reliées à l'ensemble des unités lexicales qu'elles caractérisent. Par exemple la classe sémantique **METEO\_NEIGE** caractérise le verbe *neiger*, le substantif *neige* et l'adjectif *neigeux*. Les instances lexicales d'un prédicat, contrairement à celles de ses arguments, ont comme particularité d'être caractérisées par des constructions standards. Par exemple, la construction **X0:PRONOM V** caractérise le prédicat verbal *neiger* (*il neige*), les constructions **X0:PRONOM y avoir DU N** et **X0:GROUPE\_NOMINAL être à LE N** caractérisent le prédicat nominal *neige* (*il y a de la neige* et *le temps est à la neige*) et la construction **X0:PRONOM+GROUPE\_NOMINAL être A** caractérise le prédicat adjectival *neigeux*. L'argument unique, dit **X0**, est spécifié sémantiquement au niveau distributionnel; il occupe la position sujet dans toutes ces constructions en tant que déictique ou bien groupe nominal, voire les deux. Aux constructions sont associées des reconstructions, c'est-à-dire des constructions non standards où l'ordre des constituants est modifié de telle sorte que la modification syntaxique n'implique pas de modification sémantique majeure. Par exemple, la construction **X0:GROUPE\_NOMINAL être à LE N** (*Le temps est à la neige*) a comme reconstruction possible, **ce être à LE N que être X0:GROUPE\_NOMINAL** (*C'est à la neige qu'est le temps*). La

juxtaposition de ces différentes métainformations donnent lieu à des patrons phrastiques pendant la phase d'instanciation des unités lexicales dans les constructions, c'est-à-dire lorsque les constituants majeurs des constituants sont remplacés par le vocabulaire préalablement spécifié. Des ressources morphosyntaxiques sont ensuite exploitées pour appliquer des grammaires formelles aux patrons phrastiques et produire ainsi des énoncés bien formés. Les descriptions linguistiques sont formalisées dans des dictionnaires électroniques et des bases de règles. Leur qualité et leur systémacité sont donc fondamentales pour le bon fonctionnement du module de génération automatique des textes. Ce dernier a vocation de simuler le langage humain en proposant toutes sortes d'énoncés en rapport avec un même contenu sémantique. Cet objectif est atteint parce que la variété lexicale et syntaxique est prise en compte par le modèle de données implémentées dans le système.

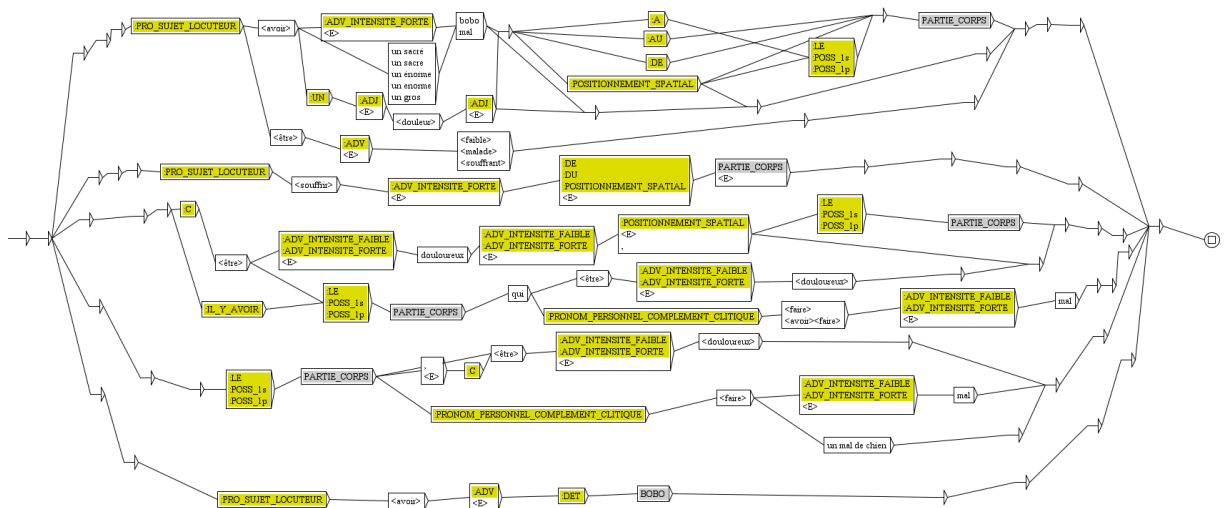
Dans le module de compréhension automatique des textes, les messages entrants sont enrichis avec des étiquettes sémantiques, des dictionnaires et des grammaires locales. Ci-dessous, nous présentons un extrait de l'un de ces dictionnaires, le dictionnaire des parties du corps. Ce dictionnaire contribue à l'identification et la qualification des informations relatives à la santé des usagers de l'agent conversationnel.

```
annuaire,.N+H_PARTIE_CORPS
annuaire,annuaire.N+H_PARTIE_CORPS
articulation,.N+H_PARTIE_CORPS
articulations,articulation,.N+H_PARTIE_CORPS
avant bras,avant-bras.N+H_PARTIE_CORPS
avant-bras,.N+H_PARTIE_CORPS
auriculaire, .N+H_PARTIE_CORPS
auriculaires,auriculaire .N+H_PARTIE_CORPS
bas ventre,bas-ventre.N+H_PARTIE_CORPS
bas-ventre,.N+H_PARTIE_CORPS
bassin,.N+H_PARTIE_CORPS
bassins,bassin.N+H_PARTIE_CORPS
bouche,.N+H_PARTIE_CORPS
bouches,.N+H_PARTIE_CORPS
...
```

Les informations à gauche du point sont de nature linguistique et celles à droite du point sont de nature métalinguistique. La macrostructure du dictionnaire est faite des unités lexicales constitutives du dictionnaire. La

microstructure est constituée d'une unité lexicale suivie d'une virgule et de sa forme lemmatisée si l'entrée est une variante de celle-ci. Il y a ensuite un point suivi obligatoirement d'une catégorie grammaticale (N est le code pour nom) puis d'une métainformation de nature sémantique, en l'occurrence le code H\_PARTIE\_CORPS relatif à l'hyperclasse partie du corps. Cette métainformation peut être appelée d'une grammaire locale de telle sorte que ce sont tous les items du dictionnaire qui sont reconnus.

Ci-dessous, nous présentons une de ces grammaires locales, la grammaire locale dite PROBLEME\_SANTE.



Les grammaires locales sont des représentations formelles d'éléments cotextuels. Ce sont les grammaires régulières utilisées par un analyseur syntaxique qui constituent la classe des grammaires les plus simples dans la hiérarchie de Chomsky [CHOMSKY & MILLER 1968]. La représentation d'un automate à états finis est celle d'un graphe orienté (c'est-à-dire avec un point de départ et un point d'arrivée) dans lequel les fenêtres sont des états et les flèches les transitions entre ces états. Elles correspondent à des descriptions formalisées de la syntaxe d'une classe sémantique ou d'une classe grammaticale. Elles sont implémentées sous formes d'automates qui parcourent les textes afin d'identifier des informations et de les qualifier. Les grammaires locales exploitent des dictionnaires électroniques qui sont des

représentations formelles de données lexicographiques. Elles sont représentées sous forme de graphes comportant un nœud de départ et un nœud d'arrivée et des nœuds faisant état d'informations de nature lexicale ou morphologique, les nœuds étant reliés par des liens faisant état des différentes combinatoires possibles, des régressions et des boucles répétitives étant possibles. Un graphe peut appeler d'autres graphes, ce qui augmente sa puissance combinatoire. Sur le plan informatique, les graphes correspondent soit à des automates à états finis soit à des transducteurs à états finis. Les automates à états finis permettent d'identifier de l'information en parcourant linéairement un texte et en signalant toute correspondance entre le texte et l'un des chemins du graphe. Les transducteurs à états finis incorporent les premiers; ils identifient l'information selon les mêmes principes et la qualifient en insérant de nouvelles informations.

Le graphe **PROBLEME\_SANTE** appelle différents graphes dont le graphe **PARTIE\_CORPS** qui appelle le dictionnaire éponyme. Il permet d'identifier toutes sortes d'énoncés signalant un problème de santé relatif au locuteur humain, par exemple, *J'ai mal à la poitrine* ou *Mon ventre me fait mal*, de les qualifier, en rajoutant un tag, sous forme de structure prédicat-argument de la façon suivante **PROBLEME\_SANTE (LOCUTEUR\_HUMAIN)**.

Les informations spécifiées dans les énoncés ne sont pas toujours explicites. Par exemple, dans le contexte d'utilisation du chatbot, signaler que l'on ressent une souffrance physique comporte l'information implicite 'j'ai besoin d'être soigné'. Il s'ensuit que l'étiquette **PROBLEME\_SANTE (LOCUTEUR\_HUMAIN)** s'interprète comme une demande d'action et qu'il faut la compléter avec l'étiquette **APPEL (LOCUTEUR\_MACHINE, PERSONNEL\_SOIGNANT)**. De telles transformations s'effectuent lorsque les RMs sont fournis au module de génération automatique de textes et sont traitées par des règles d'inférence.

Dans le module de génération, automatique, la représentation sémantique du message sortant est une structure prédicat-argument, *cf. supra*. A partir de cette représentation, il est possible de générer un énoncé correctement formulé en appliquant des règles correctement hiérarchisées qui font état de: propriétés sémantiques de nature distributionnelle et lexicale;

propriétés syntaxiques en rapport avec les constructions des prédicats et le positionnement du matériel lexical, spécifié dans une règle précédente, dans ces constructions (procédure dite d'instanciation); propriétés énonciatives relatives, d'une part, à l'actualisation prédicative et l'actualisation argument (procédure dite d'actulisation); propriétés morphosyntaxiques donnant lieu à la conjugaison des verbes et à des règles d'accord pour ce qui concerne les noms et les adjectifs; propriétés pragmatiques qui ont pour rôle de restreindre le champ des possibles en tenant compte du contexte extralinguistique.

Les trois premières catégories de propriétés sont recensées dans un dictionnaire conceptuel. Ce dictionnaire est transféré dans la base de données. La quatrième catégorie de propriétés a fait l'objet d'un dictionnaire morphosyntaxique, également créé dans le cadre du projet. Ce deuxième dictionnaire est également inséré dans la base de données. La cinquième catégorie de propriétés est prise en charge par la base de connaissance.

Ces ressources linguistiques et extralinguistiques sont exploitées par le module de génération automatique en appliquant une série ordonnée de règles qui exploitent les ressources linguistes insérées dans la base de données. Nous listons ci-dessous les différentes règles utilisées. L'ordre de présentation correspond à l'ordre de passage de ces règles.

## Règle d'identification prédicative

Les propriétés sémantiques de nature distributionnelle définissent en premier lieu un contenu propositionnel tel que les prédicats et leurs arguments sont spécifiés sous forme de représentation fonctionnelle en tant que valeur sémantique. Par exemple, des énoncés comme *Il y a du brouillard*, *C'est brouillardeux* et *Le temps est au brouillard* partagent un même contenu sémantique représenté comme suit: **METEO\_BROUILLARD (DEIXIS+METEO)**. La première règle utilisée par le module de génération automatique s'appuie sur ce type de description métalinguistique.

Le point de départ du module de génération est donc une structure prédicat-argument. Sa représentation fonctionnelle permet d'indiquer si l'on a affaire à une prédication simple ou bien une prédication complexe. La seconde

prédication se distingue de la première par le fait qu'elle incorpore au moins une autre prédication, simple ou complexe, dans son domaine d'argument. La représentation fonctionnelle d'une prédication complexe comporte *a minima* un double parenthésage, ce qui permet de l'identifier automatiquement. Par exemple, l'énoncé *Le médecin est absent* s'analyse comme une prédication simple correspondant à la structure prédicat-argument suivante : 1) **ABSENCE(HUMAIN:MEDECIN))**. Par ailleurs, un énoncé comme *Le médecin a déclaré aux patients qu'il était absent* s'analyse comme une prédication complexe correspondant à la structure prédicat-argument suivante: 2) **(DECLARATION (HUMAIN:MEDECIN, HUMAIN:PATIENT, ABSENCE(HUMAIN:MEDECINE))**). La fin de la représentation 1) comporte une parenthèse fermante tandis que la représentation 2) en comporte deux. Le nombre de parenthèses fermantes est un indicateur du type de prédication: simple, une seule parenthèse fermante, ou complexe, plus d'une parenthèse fermante.

Il est question dans un premier temps des règles applicables à la prédication simple.

## Règle distributionnelle

Cette règle précise les informations dont fait état la structure prédicat argument en spécifiant de façon claire quelle est la nature sémantique des prédicats et celle des différentes catégories d'arguments. Trois catégories prédicatives sont distinguées, les prédicats monadiques, les prédicats dyadiques, les prédicats triadiques, *cf. supra*<sup>20</sup>: Il s'ensuit qu'il existe trois catégories d'argument: le premier argument, codé X0, que l'on observe avec les trois catégories prédicatives, le second argument, codé X1, que l'on observe avec les prédicats dyadiques et triadiques, le troisième argument, codé X2, que l'on observe uniquement avec un prédicat triadique. Les trois catégories prédicatives sont respectivement codées PRED(X0), prédicat monadique, PRED(X0,X1), prédicat dyadique, PRED(X0,X1,X2) prédicat triadique. Par

---

20 Il existe une quatrième catégorie prédicative, un prédicat dont le domaine d'arguments est quaternaire. Sa rareté permet de la négliger [LECLERE 1998].

exemple, l'énoncé *La météo est bonne* est généré à partir des informations suivantes:

**PRED=METEO%type\_temps%(X0=METEO+X0=DEICTIQUE)**

Le code %type\_temps% signifie qu'il s'agit d'une information ne figurant dans la base de données linguistiques mais dépendant de la base de connaissance. Pour ce qui est de l'argument X0, il s'agit soit d'un substantif de la classe METEO soit d'un pronom de la classe DEICTIQUE. La nature exacte du déictique est précisée au niveau de la règle constructionnelle, *cf. infra*.

### **Règle d'ajustement pragmatique**

Pour limiter le nombre de réponses possibles, la base de connaissance est d'emblée sollicitée pour identifier un type de météo précis. Il en résulte que la règle précédente est réécrite de la façon suivante (dans le cas où il fait beau):

**PRED=BEAU\_TEMPS(X0=METEO+X0=DEICTIQUE)**

### **Règle lexicale**

Il s'agit de spécifier les unités linguistiques associées aux catégories sémantiques des prédicats et des arguments. Par exemple, pour la classe prédicative BEAU\_TEMPS, la règle produit comme formes linguistiques les noms *beau temps*, *beau*, *temps magnifique*, les adjectifs *agréable*, *beau bon*, *magnifique* ou la locution verbale *aller vers le beau* et pour la classe argumentale METEO les noms *météo* et *temps*.

### **Règle constructionnelle**

Il s'agit de préciser les constructions rattachées aux formes linguistiques des prédicats. Par exemple, pour *beau temps*, il s'agit de la construction



**X0:DEIXIS1 avoir DU N** telle que la position **N** est occupée par *beau temps*<sup>21</sup>, et la position sujet par l'argument **X0** du prédicat nominal dont la valeur est codée DEIXIS1, c'est-à-dire *on* et *nous*

### Règle de reconstruction

La construction associée à la forme linguistique d'un prédicat est canonique; elle implique une disposition standard des positions sujet et, le cas échéant, des positions premier complément et second complément occupées par les arguments. Cette disposition, en discours, peut être changée tout en étant codifiée [MUELLER 2013]. C'est le cas, par exemple, de la forme passive par rapport à la forme active d'une phrase. Par exemple, le prédicat *petit déjeuner* est associé à la construction canonique : **LE N être X0:GN** (*Le petit déjeuner est du café, des tartines et un jus d'orange*) et aux reconstructions **il y avoir comme N X0:GN** (*Il y a comme petit déjeuner du café, des tartines et un jus d'orange*), **il y avoir à LE N X0:GN** (*Il y a au petit déjeuner du café, des tartines et un jus d'orange*), etc.

La variété lexicale des prédicats et des arguments et la variété constructionnelle, combinées l'une à l'autre, expliquent qu'à partir d'un même contenu propositionnel le système produit un grand nombre d'énoncés et, ce faisant, permet de simuler une conversation humaine, cf. *infra*.

### Règle d'instanciation

Cette règle consiste à fusionner les trois règles précédentes en insérant les formes linguistiques dans les positions occupées par les prédicats et les arguments. Par exemple, dans l'exemple précédent la construction **LE N être X0:GN** est transformée en **LE petit déjeuner être DET café, DET tartines, DET jus d'orange**, la reconstruction **il y avoir comme N X0:GN** en **il y avoir comme petit déjeuner DET café, DET tartines, DET jus d'orange**, la reconstruction **il y avoir à LE N X0:GN** en **il y avoir à LE petit déjeuner DET café, DET tartines, DET jus d'orange**, etc.

---

21 Avoir est un verbe support du prédicat nominal [GROSS 1981].

### Règle d'actualisation

Il s'agit avec cette règle de préciser le temps prédicatif et la détermination argumentale. Par exemple, lorsque la règle d'instanciation donne entre autres résultats **aujourd'hui, DET météo être à la pluie/aujourd'hui, DET temps être à la pluie/DET météo être à la pluie aujourd'hui/DET temps être à la pluie aujourd'hui**, l'application du code relatif aux propriétés énonciatives du prédicat nominal pluie produit comme résultat **aujourd'hui, LE météo être:PRESENT à la pluie/aujourd'hui, LE temps être:PRESENT à la pluie/LE météo être:PRESENT à la pluie aujourd'hui, LE temps être:PRESENT à la pluie aujourd'hui**

### Règle de conjugaison et d'accord

Cette règle précise comment conjuguer un verbe, comment attribuer un genre et un nombre à un déterminant et comment accorder un adjectif. Le tableau ci-dessous récapitule les différents cas de figure que couvre la règle.

		personne	Genre	nombre	Condition
<b>V</b>	sujet=>V	+	#+	+	#+ (temps composé avec auxiliaire être)
<b>V</b>	N qui=>V	#+	#+	+	#+ (temps composé avec auxiliaire être)
<b>DET</b>	DET<=N	#+	+	+	#+(POSS)
<b>A</b>	N=>(être)A	-	+	+	

### Règle d'ajustement morphologique

Cette règle stipule dans quelles conditions, il y a contraction, transformation ou effacement de formes concaténées, des mots vides comme, par exemple:

**à +le => au** (contraction)

**ce +est => c'est** (transformation)

**pas + de +la => pas de** (effacement)

### Règle d'ajustement lexico-syntaxique

Le rôle de cette règle est de limiter la puissance descriptive des propriétés syntaxiques, notamment celles qui ont trait aux reconstructions et/ou à la combinatoire lexicale. En effet, tous les emplois prédicatifs définis par une même construction n'acceptent pas l'ensemble des reconstructions qui lui sont associées. Il convient donc de les limiter en précisant uniquement celles qui s'appliquent. Par exemple, les prédicats adjectivaux *bon*, *mauvais*, *pourri* sont caractérisés par la construction X0:GN être A. Celle-ci autorise les reconstructions X0: GN être très A et X0:GN être vraiment A de telle sorte que l'on peut générer les énoncés: *La météo est bonne*, *La météo est très bonne*, *La météo est vraiment bonne*, *Le temps est bon*, *Le temps est très bon*, *Le temps est vraiment bon*, *La météo est mauvaise*, *La météo est très mauvaise*, *La météo est vraiment mauvaise*, *Le temps est mauvais*, *Le temps est très mauvais*, *Le temps est vraiment mauvais*, *La météo est pourrie*, *La météo est très pourrie*, *La météo est vraiment pourrie*, *Le temps est pourri*, *Le temps est très pourri*, *Le temps est vraiment pourri*. Or il apparaît que ne sont pas acceptables les énoncés *Le temps est bon*, *Le temps est très bon*, *Le temps est vraiment bon* n'est pas acceptable (contrainte sur la combinatoire lexicale) et *La météo est très pourrie* (contrainte sur reconstruction). Aussi, il convient de préciser ces contraintes dans une règle d'ajustement lexico-syntaxique.

Dans les cas de prédication complexe, les mêmes règles s'appliquent. Toutefois, une fois appliquée la règle d'identification prédicative, elles doivent traiter le prédicat enchâssé avant le prédicat enchâssant et lorsqu'il y a plus de deux prédicats qui sont enchâssés, elles doivent s'appliquer du plus enchâssé au plus enchâssant, *cf. supra*.

### Perspectives

Les travaux menés dans le cadre du développement du chatbot ont contribué à poser les bases d'une grammaire lexicale générative du français. Le développement de cette grammaire permettra de créer selon les mêmes principes d'autres chatbot traitant d'autres thématiques.

## Références

- [BENVENISTE 1966] BENVENISTE E 1966, Problèmes de linguistique générale 1, Gallimard.
- [BUVET 2013] BUVET P.-A. 2013a, *La dimension lexicale de la détermination en français*, Champion, Paris.
- [BUVET 2015] BUVET P.-A. 2015, «La compréhension automatique des textes politiques», *Etudes de Linguistique Appliquée*, 180.
- [CHANDRAMOHAN & Alii 2011] CHANDRAMOHAN S. et M. GEIST, F. LEFEVRE, O. PIETQUIN 2011, «User Simulation in Dialogue Systems using Inverse Reinforcement Learning » in actes du colloque international INTERSPEECH 2011.
- [CHOMSKY & MILLER 1968] CHOMSKY N. & A. MILLER 1968 *L'analyse formelle des langues naturelles*, Mouton
- [CORBLIN 1995] CORBLIN F. 1995, *Les formes de reprise dans le discours. Anaphores et chaîne de référence*, Presses Universitaires de Rennes.
- [DANLOS 1991] DANLOS L. 1991, «*Génération automatique de textes en langue naturelle*», *Linx*, hors-série(4).
- [FRADIN 2003] FRADIN B. 2003, *Nouvelles approches en morphologie*, Presses Universitaires de France.
- [FREGE 1971] FREGE G. 1971 (1879-1925), *Écrits logiques et philosophiques*, Le Seuil.
- [GOURITIN 2018] GOURITIN T. 2018, L'arnaque chatbots durera-t-elle encore longtemps? <https://www.frenchweb.fr/larnaque-chatbots-durera-t-elle-encore-longtemps/305697>.
- [GROSS 1981] GROSS M. 1981, «Les bases empiriques de la notion de prédicat sémantique», *Langages*, 63.
- [GROSS 1981] GROSS M. 1995, «Une grammaire locale de l'expression des sentiments», *Langue française*, 105.
- [GROSZ & SIDNER 1986] GROSZ B. et C. SIDNER 1986, «Attention, intention ans the structures of discourses» *American Journal of Computational Linguistics*, 12-3.
- [HARRIS 1976] HARRIS Z. S. 1976, *Notes du cours de syntaxe*, Le Seu

- [HENZE & Alii 2004] HENZE N. et P. DOLOG, W. NEJDL 2004, «Reasoning and Ontologies for Personalized E0Learning in the Semantic Web». Educational Technology & Society, 7.
- [HIRAOKA & Alii] HIRAOKA T. et G. NEUBIG, K. YOSHINO, T. TODA, S. NAKAMURAP 2017, «Active learning for examplebased dialog», Actes du colloque International Workshop on Spoken Dialogue Systems 2016.
- [HOC 1987] HOC J.-M. 1987, Psychologie cognitive de la planification, Presses Universitaires de Grenoble.
- [KERBRAT-ORECCHIONI 1990] KERBRAT-ORECCHIONI C. 1990, Les interactions verbales tome 1, Armand Colin.
- [LANDRAGIN 2013] LANDRAGIN F. 2013, Dialogue homme-machine Conception et enjeux, Hermès.
- [LECLERE 1998] LECLERE C. 1998, «Travaux récents en lexique-grammaire», *Travaux de linguistique*, 37, Duculot.
- [MARTIN 2016] MARTIN R. 2016, *Sur les universaux du langage*, Académie des inscriptions
- [MEJRI 2016] MEJRI S. 2016, «Le prédicat et les trois fonctions primaires», in *Nos caminhos do léxico*, Editora UFMGS, Campo Grande do Sul.
- [SABAH 1989] SABAH G. 1989, *L'intelligence artificielle et le langage*, Hermès
- [SACHS & Alii 1974] SACKS H. et E. A. SCHEGLOFF, G. JEFFERSON, «Une systématique des plus simples pour l'organisation du tour à tour pour la conversation», *La langue* , 50-4:1.
- [SHANNON 1948] SHANNON C. E. 1948, «A mathematical theory of communication», Bell System Technical Journal, 27.
- [VILNAT 1997] VILNAT A. 1997, «Quels processus pour les dialogues homme-machine», in MACHINE LANGUE ET DIALOGUE, L'harmattan.
- [WEIZENBAUM 1966] WEIZENBAUM J. 1966, «ELIZA - Un programme informatique pour l'étude de la communication en langage naturel entre l'homme et la machine», Communications de l'ACM, 9-1.

Recebido em: 15-05-2019

Aprovado em: 17-06-2019