

**Sciences cognitives
et
cognition langagière humaine**

**Synthèse de lectures
(Séminaire d'introduction aux sciences cognitives)**

de

Benoit Lavoie

benoit@benoit-lavoie.ca

Programme de Doctorat en Informatique Cognitive

Université du Québec à Montréal

25 novembre 2005

Table des matières

1.	Introduction	1
2.	Définitions de sciences cognitives et de cognition.....	1
2.1.	Problématique des définitions.....	1
2.2.	Suggestions de définitions	4
3.	Sciences cognitives.....	5
3.1.	Brève histoire des sciences cognitives.....	5
3.2.	Concepts fondamentaux des sciences cognitives.....	6
4.	Cognition	8
4.1.	Aperçu d'états cognitifs et de fonctions cognitives	8
5.	Sciences cognitives et cognition langagière humaine	10
5.1.	Linguistique et cognition langagière humaine.....	10
5.2.	Neurosciences et cognition langagière humaine.....	14
5.3.	Psychologie et cognition langagière humaine.....	15
5.4.	Intelligence artificielle et cognition langagière humaine.....	19
5.5.	Philosophie et cognition langagière humaine	21
6.	Conclusion.....	22
7.	Références	23

1. Introduction

Ce document est une synthèse de lectures sur le thème des *sciences cognitives et de la cognition langagière humaine*. Ce document a été préparé dans le cadre du *Séminaire d'introduction aux sciences cognitives* (DIC9000) du programme de Doctorat en Informatique Cognitive de l'Université du Québec à Montréal.

2. Définitions de sciences cognitives et de cognition

2.1. Problématique des définitions

Les sciences cognitives et leur objet d'étude, la cognition, sont définis de différentes façons dans la littérature. Trois des définitions proposées sont les suivantes (les expressions apparaissant en gras dans ces définitions sont commentées plus bas):

- (a) “*Les sciences cognitives sont un ensemble de disciplines (psychologie, **psychologie linguistique**, philosophie, **anthropologie**, intelligence artificielle, neurosciences) où la cognition est comprise comme le comportement d'un **organisme vivant** qui dans son **adaptation à un environnement**, crée des états internes **représentant cet environnement** et sur lequel est appliqué un ensemble spécifique d'opérations pour les acquérir, les manipuler, les transformer (appelé: *perception, classification, catégorisation, raisonnement, **émotion**, etc.*) et les communiquer à d'autres agents cognitifs. **Ce comportement est modélisé formellement** comme une structure évolutive et dynamique (computationnelle ou non) et est contrôlé par des principes structurants: (règles, paramètres, attracteurs, etc.) et validé par expérimentation, simulation ou cohérence logique.” (Meunier, 2005: p.9)*
- (b) “*Les sciences cognitives sont (...) l'étude des **fonctions** qui produisent, dans des **systèmes naturels ou artificiels**, de la connaissance, ou qui s'y rapportent.” (Tiberghien, 2002: p.1-2)*
- (c) “***Cognitive science** is usually defined as the scientific study either of mind or of intelligence. (...) it is highly interdisciplinary (...) and **collaborate** with psychology*

*(especially cognitive psychology), artificial intelligence, linguistics and psycholinguistics, philosophy (especially philosophy of mind), computer science, neuroscience, **logic**, **robotics**, anthropology and **biology** (including biomechanics).*” (Wikipedia, 2005: Cognitive sciences)

La variété de ces définitions illustre la complexité de l’objet d’études de ce domaine multidisciplinaire qu’est celui des sciences cognitives.

La définition (a) ci-dessus est la plus précise que nous avons trouvée sur les *sciences cognitives*. Cette définition nous semble également la plus convenable des trois mentionnées ici selon nos connaissances du domaine. Cependant, le contenu de cette définition est sujet à discussion sur certains points (illustrés en gras dans la définition (a)):

- La liste des disciplines contenues dans cette définition semble être un peu arbitraire; d’une part la linguistique qui est l’une des 5 disciplines fondatrices des *sciences cognitives* (voir section 3.1) n’est définie qu’en fonction de la psychologie alors que l’anthropologie est listée distinctement dans cette définition bien qu’elle n’est pas considérée comme l’une des 5 disciplines fondatrices;
- Cette définition réfère à la cognition comme portant sur le comportement d’un organisme vivant. Cependant, dans la littérature on inclut parfois dans la cognition le comportement d’un organisme artificiel dont les connaissances sont généralement associables à celles d’un organisme vivant: c’est le cas dans la définition (b) et cela semble être aussi le cas dans la définition (c). D’ailleurs, le test de Turing (Wilson et Keil, 2001: p.847) définit la cognition par rapport au comportement d’un organisme artificiel comparé à celui d’un organisme vivant;
- Cette définition fait référence à un comportement adapté à l’environnement. Cependant, il faut préciser que certains aspects d’un comportement peuvent être en bonne partie inné et relativement indépendant de l’environnement; i.e. comportement associé à certaines capacités cognitives communes aux membres normalement constitués d’une espèce animale à un moment de leur développement et cela assez indépendamment de l’environnement (e.g. capacités sensori-motrices des nouveaux

nés, comportements langagiers humains dont certains aspects semblent assez universels (voir détails plus bas), etc.);

- Cette définition fait référence à des états internes représentant l'environnement. Cependant, certains états internes peuvent ne pas faire référence à l'environnement (e.g. croyance personnelle sur quelque chose n'existant pas dans l'environnement);
- Cette définition inclut les émotions comme une transformation alors que certains auteurs (Tiberghien, 2002 : p.117) les décrivent plutôt comme un état;
- Cette définition fait référence à la modélisation formelle du comportement pouvant être validée par les méthodes psychologiques (expérimentation), informatiques (simulation), et philosophiques (cohérence logique). Cependant, beaucoup de théories cognitives semblent être informelles et difficile à valider (e.g. théorie de la pensée (Wilson et Keil, 2001: p.838), théorie de la modularité de la pensée (Wilson et Keil, 2001: p.558), etc.). De plus, beaucoup de théories telles que la théorie de la Grammaire Universelle (voir section 5.1) offrent des modélisations formelles encore trop incomplètes pour la validation robuste avec les observations.

La définition (b) ci-dessus de *sciences cognitives* est également sujette à discussion sur certains points (illustrés en gras dans cette définition):

- Cette définition mentionne les fonctions (cognitives) comme étant l'objet d'études des sciences cognitives, mais les connaissances (ou représentations sous-jacentes) aussi peuvent faire partie de l'objet d'études;
- Cette définition fait référence à des fonctions de systèmes artificiels sans bien restreindre la nature des ces systèmes; ces systèmes devraient être restreints à ceux dont les comportements (ou les connaissances) soient comparables aux systèmes naturels.

La définition (c) ci-dessus de *science cognitive* est elle aussi sujette à discussion sur certains points (illustrés en gras dans cette définition):

- Cette définition fait référence à *science cognitive* (singulier) et à une collaboration avec des disciplines plutôt qu'à *sciences cognitives* (pluriel) regroupant plusieurs disciplines: comparé aux autres définitions, cette définition semble laisser sous-entendre une meilleure intégration des différentes disciplines que les deux précédentes. Nous croyons que cette intégration est un but ultime des sciences cognitives mais que celui-ci n'est pas encore réalisé; en pratique, certaines disciplines sont bien intégrées telles que la psychologie et la linguistique (psycholinguistique), mais dans l'ensemble, les modèles et les objets d'études des différentes disciplines semblent encore relativement peu intégrés;
- Cette définition inclut sans les distinguer des disciplines (e.g. philosophie, intelligence artificielle, biologie) avec certaines de leurs sous-disciplines (logique, robotique et neurosciences respectivement).

2.2. Suggestions de définitions

Suivants nos commentaires sur les trois définitions précédentes (a-b-c), nous suggérons d'adapter la définition (a) ci-dessus afin de définir sciences cognitives et cognition de la façon suivante:

Les *sciences cognitives* regroupent un ensemble de disciplines (philosophie, psychologie, neurosciences, intelligence artificielle et linguistique entre autres)¹ dont l'étude porte sur des thèmes liés à la *cognition*.

La *cognition* est le comportement d'un organisme vivant, ou une implémentation artificielle ayant des comportements comparables, qui par ses capacités innées et/ou ses capacités d'adaptation à son environnement, crée des états internes (connaissance, émotion, etc.) pouvant être ancrés ou non dans l'environnement et sur lesquels sont appliqués un ensemble spécifique d'opérations pour les acquérir, les manipuler, les

¹ L'ordonnancement des disciplines ici correspond approximativement à l'ordre dans lequel ces disciplines introduisirent leurs principaux travaux significatifs pour les sciences cognitives (voir section 3.1).

transformer (appelé: perception, classification, catégorisation, raisonnement, etc.) et les communiquer à d'autres agents cognitifs.

Quelles que soient les définitions adoptées pour décrire les sciences cognitives et la cognition, on retrouvera beaucoup de divergences entre ces définitions et d'autres trouvées dans la littérature. Nous croyons que ces problèmes terminologiques résultent d'une part du caractère multidisciplinaire des sciences cognitives où chaque discipline, voir chaque groupe de chercheur, apporte sa propre perspective à la problématique de la recherche sur la cognition. D'autre part, les sciences cognitives sont un domaine dont les organisations sont relativement récentes (voir plus bas) et donc probablement pas suffisamment matures pour pouvoir proposer un ensemble cohérent, assez général et suffisamment simple de terminologies qui soient acceptables comme standards par la plupart des chercheurs en sciences cognitives.

3. Sciences cognitives

3.1. Brève histoire des sciences cognitives

Les questions sur la cognition remontent au moins aux philosophes de la Grèce antique qui s'intéressèrent à comprendre la nature des connaissances humaines, incluant les représentations des connaissances et les méthodes de raisonnement logique (Thagard, 2004; Stillings et al, 1995). Par exemple, les anciens grecs étaient particulièrement intéressés à déterminer ce qui faisait la validité d'un argument. Aristote montra que la question de la validité d'un argument pouvait être déterminée par sa forme symbolique plutôt que par son contenu (Stillings et al, 1995: p.1). Sa théorie syllogistique comprend un ensemble de formes valides et invalides à partir desquelles on peut formaliser le raisonnement sur un ensemble infini d'arguments.

Selon l'article du *Stanford Encyclopedia of Philosophy* sur les sciences cognitives (Thagard, 2004), les questions sur la cognition demeurèrent principalement limitées à la discipline de la philosophie jusqu'après le milieu du 19^{ème} siècle alors qu'avec Wilhelm Wundt, la psychologie moderne commença à s'intéresser aux opérations mentales de façon scientifique. Ce n'est toutefois qu'au milieu des années 1950 que le domaine des sciences cognitives

émergea avec des apports de plusieurs disciplines incluant des travaux fondateurs tels que les suivants: les travaux de psychologie portant sur la mémoire de George Miller, les travaux en intelligence artificielle de John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell et Herbert Simon, et les travaux en linguistique sur les grammaires mentales de Noam Chomsky. Noam Chomsky lança également le courant visant à rejeter le béhaviorisme qui était la tendance dominante en psychologie à l'époque et dont l'objet d'études était le comportement observable plutôt que la cognition. Les travaux fondateurs mentionnés plus haut s'ajoutèrent à ceux débutés au siècle précédent en neurosciences concernant la localisation de certaines fonctions cognitives dans le cerveau, et à ceux remontant à plus loin en philosophie sur la logique. Les disciplines de philosophie, psychologie, neurosciences, informatique (ou intelligence artificielle) et linguistique sont dites être les cinq disciplines fondatrices des sciences cognitives (Stillings et al, 1995: p.13).

Les premières organisations liées aux sciences cognitives virent le jour vers le milieu des années 1970. En 2004, on comptait une soixantaine d'universités en Amérique du Nord et en Europe avec des programmes en sciences cognitives, et plusieurs autres avec des cours en sciences cognitives (Thagard, 2004).

3.2. Concepts fondamentaux des sciences cognitives

Comme indiqué plus haut, la cognition est un système complexe regroupant divers processus mentaux intervenant entre un stimulus et une réponse, et qui incluent la réception, la représentation, l'entreposage, la récupération, la transformation, et la transmission de l'information. Cette vision du traitement de l'information héritée des travaux en psychologie repose sur quelques "concepts fondamentaux"² en sciences cognitives (Stillings et al, 1995):

² Le terme "concepts fondamentaux" demande ici quelques explications. D'abord, bien que les concepts listés ici s'interprètent particulièrement bien dans le contexte du paradigme de modélisation cognitive symbolique (Wilson et Keil, 2001: p. 141) à base de règles et représentations locales bien définies, à l'exception (peut-être) du 2^{ème} concept, ils peuvent également bien s'interpréter dans le cadre du paradigme de modélisation cognitive connexionniste (Wilson et Keil, 2001: p. 137) où les représentations sont distribuées dans les activations des réseaux et où les règles sont spécifiées dans les formes et les poids des réseaux. Ensuite, la version originale de 1985 de la référence d'où sont tirés ces concepts réfère à ces concepts fondamentaux

1. *Le caractère formel du traitement d'information*: l'information et son traitement peuvent être étudiés comme des symboles et la manipulation de symboles. Le traitement de l'information dans ce contexte est un traitement basé sur la forme plutôt que sur la signification de l'information. Le traitement formel d'information est intéressant pour trois raisons: (a) un ensemble limité de règles formelles peut permettre de traiter un ensemble illimité de cas; (b) la formalisation permet le traitement par la machine sans nécessité des connaissances de plus haut niveau; et (c) la compréhension des règles formelles peut permettre de comprendre un système de traitement de l'information qui les utilisent;
2. *Le caractère représentable du traitement formel d'information*³: la signification dans un système formel peut être obtenue par la représentation. Pour fonctionner correctement, une représentation doit avoir une structure similaire de ce à quoi elle réfère dans la réalité de façon à pouvoir permettre de faire la correspondance. Alors que le traitement formel d'information touche aux opérations formelles sur les symboles, le caractère représentable du traitement formel touche aux relations représentationnelles entre les symboles et ce à quoi ils réfèrent. Un organisme ou une machine peut avoir un comportement significatif en performant des opérations formelles sur des structures symboliques qui sont en relations représentationnelles avec ce à quoi ils réfèrent;
3. *La séparation du traitement formel et de l'implémentation*: les traitements de l'information peuvent et doivent être étudiés indépendamment des implémentations physiques ou biologiques dans lesquels ils ont lieu. Le but ultime des sciences

comme des hypothèses.

³ Ce concept semble être le plus difficile à appliquer dans le contexte du paradigme de modélisation cognitive connexionniste (Wilson et Keil, 2001: p. 137); un problème technique consiste à pouvoir faire correspondre les représentations qui sont distribuées dans les activations des réseaux à ce à quoi ces représentations correspondent. Cependant, en assumant des mécanismes appropriés d'indexations, cette correspondance pourrait être possible. Il est à noter que certains modèles tels que la grammaire cognitive en linguistique (voir section 5.1) et qui vise à l'appariements directs des représentations sémantiques et des représentations résultants des systèmes perceptifs semblent simplifier le problème de correspondances entre les représentations et ce qu'ils représentent.

cognitives est de comprendre à la fois les traitements formels de l'information et leurs réalisations dans les machines ou les cerveaux;

4. *Le caractère scientifique fondamental des sciences cognitives*: une science fondamentale du traitement de l'information est possible à partir de laquelle l'étude des fondements des traitements formels de l'information peut permettre la découverte de connaissances générales de plus haut niveau;
5. *Le caractère d'analyse à plusieurs niveaux du traitement de l'information*: l'analyse du traitement de l'information à plusieurs niveaux est nécessaire. Cela inclut: niveau de l'implémentation physique, niveau du traitement formel, et niveaux supérieurs des représentations. L'implémentation physique et son analyse sont nécessaires car tout système cognitif a un support physique. Le niveau formel et son analyse sont nécessaires afin de comprendre et pouvoir généraliser les algorithmes de traitement de l'information. Les niveaux supérieurs des représentations et leurs analyses sont nécessaires afin de pouvoir donner des significations aux algorithmes de traitement de l'information et généraliser ces connaissances. Ces différents niveaux sont liés aux architectures des modèles cognitifs (Wilson et Keil, 2001: p.124, p.137, p.141) que nous ne décrivons pas ici.

4. Cognition

4.1. Aperçu d'états cognitifs et de fonctions cognitives

Comme indiqué plus haut, la cognition peut être divisée en deux grandes catégories: d'une part des états cognitifs (réalisés ou implémentés par des représentations cognitives), et d'autre part des fonctions ou capacités cognitives (réalisées ou implémentées par des traitements cognitifs d'information). Les états cognitifs incluent entre autres choses:

- *Croyance*: proposition tenue pour vraie mais dont la validité peut être vraie, fausse, ou incertaine (Wikipedia, 2005: Belief);
- *Connaissance*: croyance justifiée par rapport à la réalité et dérivée d'arguments valides (Wikipedia, 2005: Belief);

- *Émotion*: état de joie, peur, tristesse, etc;
- Etc.

Les fonctions ou capacités cognitives incluent entre autres choses:

- *Perception*: fonction impliquant des mécanismes sensoriels (ouïe, touché, etc.) à partir desquels un organisme recueille des données sur son environnement (Tiberghien, 2002);
- *Catégorisation*: fonction permettant le regroupement d'entités (e.g. connaissances) dans une catégorie (classe) donnée selon des critères basés sur le degré de similarité et/ou de cohérence (Wilson et Keil, 2001: p.104);
- *Classification*: fonction permettant de déterminer la catégorie d'appartenance d'une entité donnée (source: Wikipedia);
- *Raisonnement*: fonction de résolution de problème (Tiberghien, 2002). Le raisonnement peut être déductif (basé sur les syllogismes d'Aristote par exemple), inductif (basé sur l'analogie ou l'abduction), et/ou incertain (basé sur la probabilité, la logique floue, etc.);
- *Apprentissage*: fonction liée à la modification des connaissances et du comportement d'un organisme vivant ou artificiel due aux interactions avec l'environnement (Tiberghien, 2002). L'apprentissage est souvent distingué sous deux perspectives (Wilson et Keil, 2001). D'une part, on distingue parfois la nature de l'apprentissage: apprentissage par association, apprentissage spatial, apprentissage d'expertise, apprentissage inductif, apprentissage imitatif, apprentissage déductif, etc. D'une part, on distingue parfois le niveau d'autonomie de l'apprentissage: apprentissage supervisé, apprentissage par renforcement, et apprentissage non supervisé;
- (*Capacité de*) *mémoire*: capacité des organismes vivants ou artificiels à encoder, entreposer et accéder à l'information (Tiberghien, 2002). La mémoire est décrite sous deux principales perspectives. D'une part, on distingue la mémoire à court terme (ou mémoire de travail) de capacité assez limitée et la mémoire à long terme de capacité beaucoup plus grande. D'autre part, on distingue la mémoire déclarative et

la mémoire procédurale. Ces mémoires peuvent être elles mêmes décomposées en différents types de mémoires: e.g. la mémoire déclarative se décompose en mémoire sémantique (concernant les faits et les idées) et en mémoire épisodique (concernant les événements survenus avec leurs contextes spatio-temporels);

- (*Capacité de) communication* : capacité d'échanger de l'information entre organismes dans un contexte social donné (adaptation de (Tiberghien, 2002));
- (*Capacité de) langage*: capacité des organismes de communiquer par un système de symboles (vocaux, graphiques, gestuels, ou autre) reposant sur la sémantique (adaptation de (Tiberghien, 2002) et (Wikipedia, 2005: Language)). On distingue le langage humain (ou langage naturel) du langage animal par son plus haut niveau d'abstraction (Wikipedia, 2005: Language). Les langages d'organismes artificiels peuvent, par exemple, reposer sur des modélisations formelles (à base de formes) des langages naturels. Le langage humain est réalisé avec différentes langues naturelles (de formes vocales, graphiques ou gestuelles) variant d'une communauté linguistique à une autre: les langues naturelles comprennent des langues majeures telles que l'anglais et le français, et des dialectes qui sont des formes régionales de ces langues. On compte aujourd'hui de 3000 à 7000 langues naturelles qui ne sont pas des dialectes (les dialectes étant souvent difficiles à distinguer);
- Etc.

5. Sciences cognitives et cognition langagière humaine

Cette section décrit le langage humain (ou langage naturel) sous la perspective des cinq disciplines fondatrices des sciences cognitives.

5.1. Linguistique et cognition langagière humaine

La linguistique (générale traditionnelle) est l'étude scientifique des langues naturelles (adaptation de (Wikipedia, 2005: Linguistics))⁴. La linguistique s'intéresse particulièrement

⁴ La définition de l'encyclopédie *Wikipedia* (Wikipedia, 2005: Linguistics) décrit la linguistique comme l'étude scientifique du "langage humain" plutôt que des "langues naturelles". La définition de *Wikipedia* est plus adéquate pour caractériser une perspective théorique de la linguistique appelée *linguistique cognitive*

aux propriétés qui sont communes à une langue naturelle donnée ou qui sont partagées entre un groupe de langues naturelles ou l'ensemble des langues naturelles. La linguistique porte sur les compétences des langues naturelles qui sont partagées dans des communautés linguistiques plutôt que sur les performances individuelles; celles-ci sont parfois associées à des erreurs qui sont étudiées par la psychologie linguistique (voir plus bas). La linguistique théorique porte sur les propriétés des langues naturelles à différents niveaux de modélisation (chaque niveau correspondant à un domaine d'études distinct mais étant interdépendant avec d'autres) (Wikipedia, 2005: Linguistics):

- *phonétique*: étude des phones (sons quelconques de la parole);
- *phonologie*: étude des phonèmes (sons pertinents ou distinctifs de la parole);
- *morphologie*: étude de la structure interne des mots;
- *syntaxe*: étude de la structure interne des énoncés (mots, expressions, ou phrases) grammaticaux: combinatoire des mots;
- *sémantique*: étude du sens des mots et des énoncés;
- *pragmatique*: étude de l'utilisation des énoncés en contexte de communication⁵;
- *stylistique*: étude du style des énoncés;
- *analyse du discours*: étude de l'organisation des phrases dans les textes.

Indépendamment du paradigme théorique, les modélisations linguistiques sont pertinentes pour la recherche sur les aspects cognitifs du langage humain; ces modélisations permettent:

et qui porte sur l'étude du langage humain dans une perspective cognitive touchant à d'autres domaines disciplinaires tels que la psychologie principalement et dans certains cas la sociologie. La linguistique générale traditionnelle porte principalement sur les observations tirées des langues naturelles et sur les modélisations formelles tirées de ces observations indépendamment du contexte social et psychologique d'utilisation. La linguistique cognitive quand à elle repose en partie sur les observations de la linguistique générale traditionnelle afin de proposer des modèles théoriques cognitifs du langage humain. Dans ce document, le terme linguistique est utilisé pour signifier *linguistique générale traditionnelle*. La *linguistique cognitive* est décrite plus bas dans ce document.

⁵ La pragmatique est parfois considérée être un objet d'études multidisciplinaire relevant à la fois de la linguistique, la psychologie, et la sociologie.

- l'identification d'informations pouvant possiblement faire partie des représentations cognitives associées au langage humain;
- l'identification des interdépendances entre ces informations et possiblement entre les représentations cognitives correspondantes;
- la spécification de fonctions linguistiques possiblement pertinentes pour la modélisation de fonctions cognitives associées au langage humain.

Les modèles linguistiques peuvent être validés en partie par des implémentations et simulations informatiques par le biais de l'intelligence artificielle (Wilson et Keil, 2001: p.lxxiii), par les observations psychologiques par le biais de la psychologie linguistique (Wilson et Keil, 2001: p.688), et par les observations neurophysiologiques par le biais des neurosciences (Wilson et Keil, 2001: p.li) (voir les détails dans les prochaines sections).

Les théories linguistiques portant sur des modélisations cognitives du langage humain sont regroupées sous l'appellation de *linguistique cognitive*. La linguistique cognitive est souvent considérée (même par ses chercheurs) comme un domaine d'étude multidisciplinaire faisant intervenir la linguistique et d'autres sciences cognitives telles que la psychologie en particulier. La linguistique cognitive comprend deux paradigmes théoriques principaux (Tiberghien, 2002): les grammaires cognitives et la grammaire générative minimaliste.

Les grammaires cognitives sont un paradigme théorique de la linguistique cognitive (Tiberghien, 2002) reposant sur quelques caractéristiques importantes: (a) centralité de la conceptualisation sémantique; (b) interaction avec d'autres activités cognitives telles que la perception; (c) représentations mentales graphiques; (d) existence d'invariants linguistiques universelles; et (e) interaction socio-culturelle. Les grammaires cognitives mettent l'emphase sur les aspects sémantiques du langage avec les processus d'analogie pour structurer les catégories sémantiques par prototype, et des appariements directs entre les représentations sémantiques et les représentations phonologiques ou graphiques résultantes de la perception auditive ou visuelle. Les grammaires cognitives reposent sur l'hypothèse d'interactions socio-culturelles afin d'expliquer le développement du langage (grammaire mentale) chez l'individu.

La grammaire générative minimaliste est un paradigme théorique de la linguistique cognitive

(Tiberghien, 2002) développé par Noam Chomsky. Ce paradigme repose sur trois caractéristiques importantes: (a) centralité de la syntaxe; et (b) l'existence d'un "organe" (ou fonctionnalités comparables) inné du langage définissant une Grammaire Universelle (Wilson et Keil, 2001: p.476) (voir plus bas); et (c) la configuration de paramètres de cette Grammaire Universelle à partir d'observations linguistiques tirées lors de l'apprentissage de langues naturelles particulières. Pour Chomsky, le traitement cognitif du langage se caractérise principalement par un traitement sur des structures syntaxiques. La Grammaire Universelle contiendrait une spécification de toutes les structures et opérations syntaxiques pouvant être réalisées dans une langue quelconque. Les choix des structures et opérations seraient associés à des paramètres dont les valeurs seraient fixées lors de l'apprentissage des langues naturelles.

Pour récapituler, la grammaire générative minimaliste est donc une théorie linguistique cognitive qui postule l'existence d'une Grammaire Universelle innée dont serait dérivée les grammaires particulières à chaque langue naturelle (Wikipedia, 2005: Universal grammar). La Grammaire Universelle consisterait en certains principes ou règles associés à des paramètres ajustables. L'acquisition d'une langue naturelle consisterait à définir les valeurs des paramètres pour une langue naturelle considérée à partir des observations de l'apprenant.

La théorie de la Grammaire Universelle est fondée sur 3 sources d'évidences (Wilson et Keil, 2001: p.476):

- la première évidence concerne les observations inter-linguistiques tirées de la typologie des langues naturelles: ces observations indiquent qu'il existe certains liens de dépendances entre certaines de ces propriétés des langues naturelles, d'une langue à l'autre. Certaines propriétés sont universelles (e.g. toutes les langues naturelles ont des consonnes) alors que d'autres sont liées par implication (e.g. si une langue possède des pronoms réflexifs autre qu'à la troisième personne, alors elle possède également des pronoms réflexifs à la troisième personne) (Wilson et Keil, 2001: p.852);
- la deuxième évidence concerne les observations sur l'acquisition des langues naturelles: selon l'hypothèse du manque de stimulus, les énoncés linguistiques

auxquelles sont exposés les enfants lors de l'acquisition des langues naturelles sont insuffisants pour pouvoir expliquer les compétences linguistiques (syntaxiques en particulier) résultant de ces acquisitions;

- la troisième évidence concerne les observations des neurosciences; ces observations indiquent que les fonctions cognitives reliées au langage semblent être bien localisées (voir détails à la prochaine section) indiquant une certaine modularité du langage et l'existence possible d'un organe inné au langage (i.e. des réseaux neuronaux spécifiques au langage).

Les travaux actuels sur la théorie de la Grammaire Universelle portent sur 3 aspects (Wilson et Keil, 2001: p.624): (a) caractériser les paramètres de la Grammaire Universelle; (b) déterminer les données à partir desquels les paramètres sont ajustés lors de l'acquisition de la langue; et (c) déterminer comment l'ajustement des paramètres se fait.

5.2. Neurosciences et cognition langagière humaine

Les neurosciences sont un groupe de disciplines scientifiques dont l'objet d'études porte sur la représentation d'information et son traitement dans le cerveau, au niveau des neurones en particulier (Wilson et Keil, 2001: p.li).

Une des premières fonctions cognitives à avoir été étudiée d'un point de vue biologique est celle du langage par les neurosciences à la fin du 19^{ème} siècle. D'importants travaux en neurosciences permirent l'identification de localisations de fonctions cognitives reliées au langage dans le cerveau humain (Wilson et Keil, 2001: p.lxvii; Wilson et Keil, 2001: p.369). En 1861, Paul Broca observa une correspondance entre des lésions dans une région donnée de l'hémisphère gauche du cerveau (appelée aujourd'hui l'aire de Broca) et des troubles de productions de langage (appelée aujourd'hui aphasie de Broca). En 1874, Carl Wernicke observa une correspondance entre des lésions dans une autre région de l'hémisphère gauche du cerveau (appelée aujourd'hui l'aire de Wernicke) et des troubles de compréhension du langage (appelée aujourd'hui aphasie de Wernicke). Wernicke nota que les patients avec ces lésions et ces troubles de compréhension du langage n'avaient pas de troubles de production du langage. Il y avait ainsi une certaine autonomie des fonctions cognitives associées au

langage.

D'autres travaux portant sur des troubles particuliers du langage semblent montrer qu'il y a une certaine autonomie des fonctions cognitives langagières associées à la phonologie, à la syntaxe et au lexique, et qui dépendraient de différentes structures neuronales (Wilson et Keil, 2001: p.lxvii). Ce genre d'observations est à la base de certaines théories cognitives telles que celles de la modularité du langage (Wilson et Keil, 2001: p.558).

L'observation post-mortem via la dissection des patients ayant soufferts de lésions associées à des troubles du langage a longtemps été le principal moyen d'observation employé en neurosciences. Aujourd'hui, les technologies telles que l'imagerie par résonance magnétique ainsi que plusieurs autres permettent les observations en temps réel des activités du cerveau lors de tâches cognitives telles que lecture et la production de langage. Les observations tirées avec ces technologies ont confirmé la localisation de certaines fonctions cognitives du langage humain et leur prépondérance dans l'hémisphère gauche chez les personnes normalement constituées. On note toutefois que pour les personnes ayant subies des lésions dans l'hémisphère gauche à un très jeune âge, les fonctions cognitives reliées au langage peuvent parfois se développer dans l'hémisphère droit illustrant une certaine flexibilité du cerveau à ce niveau.

Mise à part cette contribution des neurosciences pour l'identification de localisations spécifiques à certaines fonctions cognitives langagières, les neurosciences ont permis une meilleure compréhension des réseaux neuronaux. Ceux-ci sont maintenant la source d'inspiration pour l'une des deux principales architectures cognitives, dite architecture à base de réseaux neuronaux (artificiels) reposant sur des traitements cognitifs parallèles et des représentations cognitives distribuées. Ce type d'architecture a déjà servi de base pour la modélisation informatique de fonctions langagières (e.g. réseaux récurrents d'Elman utilisés pour la reconnaissance de mots (Wilson et Keil, 2001: p.188)).

5.3. Psychologie et cognition langagière humaine

La psychologie est une discipline scientifique dont l'objet d'études porte sur la représentation d'information et son traitement dans un organisme vivant (Wilson et Keil, 2001: p.xl).

La psychologie s'intéresse à l'étude de la cognition langagière humaine via le domaine interdisciplinaire de la psychologie linguistique (ou psycholinguistique). Celle-ci est l'étude des facteurs psychologiques et neurologiques intervenant dans les processus mentaux reliés au langage: acquisition, utilisation et compréhension du langage (Wikipedia, 2005: Psycholinguistics). Cette section met l'emphase sur les observations résultants de la psycholinguistique développementale qui étudient en particulier l'acquisition du langage chez les bébés et les enfants avec des méthodes expérimentales psychologiques (Wikipedia, 2005: Psycholinguistics).

L'acquisition du langage chez les bébés et les jeunes enfants réfère aux processus impliqués dans l'apprentissage d'une langue naturelle parlée (dans le cas ordinaire) ou gestuelle (dans le cas de surdité de l'apprenant) (Wilson et Keil, 2001: p.434). L'acquisition du langage humain est associé à des étapes de développements qui semblent très similaires d'une culture à l'autre, et d'un mode de communication à l'autre (parlé ou gestuel): des recherches indiquent que les étapes d'acquisition du langage chez les bébés ou enfants sourds avec qui on communiquerait dès leur plus jeune âge par la gestuelle avec des langages tels que le Langage Américain des Signes sont similaires à ceux de pairs ne souffrant pas de surdité avec qui on communique par la parole⁶. Aussi, de façon générale, on s'accorde à dire que l'acquisition du langage repose sur certaines caractéristiques universelles. C'est aussi là une fondation empirique sur laquelle repose l'idée de la Grammaire Universelle (décrite à la section 5.1). L'apprentissage du langage écrit pour sa part n'est pas universel; cet apprentissage dépend d'une formation spécialisée (souvent obtenue en milieu académique), et les connaissances résultant de cet apprentissage de même que le mode de développement de ces connaissances varient beaucoup d'une culture à une autre (Wilson et Keil, 2001: p.894).

Les travaux sur l'acquisition du langage chez les bébés et les jeunes enfants ont résulté en plusieurs observations permettant une meilleure compréhension de la cognition langagière humaine. Ces travaux portent sur différents aspects de l'acquisition du langage correspondant à différents niveaux de modélisation linguistique incluant: acquisition de la phonologie,

⁶ Les capacités cognitives langagières similaires pour l'acquisition du langage indépendant du média (parole ou geste) sont un argument pour l'existence de structures mentales linguistiques abstraites.

acquisition du sens des mots, acquisition de la syntaxe, etc. (Wilson et Keil, 2001). Certaines de ces observations sont décrites plus bas.

Les travaux sur l'acquisition ou le développement de la phonologie chez le jeune enfant se distinguent d'une part à ceux se rapportant à la perception vocale, et d'autre part, ceux se rapportant à la production vocale (Wilson et Keil, 2001: p.641). On s'accorde à dire que le développement de la perception vocale précède celui de la production vocale pour deux raisons: (a) le système auditif d'un fœtus de 7 mois est pratiquement complètement développé alors que le système vocale nécessitera encore des développements après la naissance pour devenir celui d'un adulte; et (b) la production vocale de sons significatifs nécessite une exposition antérieure aux sons distinctifs par la perception vocale. Des études montrent que les jeunes bébés sont capables de mieux distinguer les sons que les adultes, même les sons n'appartenant pas à la langue naturelle à laquelle ils sont exposés⁷. Graduellement, les bébés apprennent à mieux distinguer les sons distinctifs de leur langue maternelle et vers 10 mois commencent à perdre la capacité de distinguer les sons qui ne sont pas distinctifs dans leur langue maternelle (Wilson et Keil, 2001: p.642). Les bébés d'un an sont capables de catégoriser les sons de leur langue maternelle en reconnaissant les variantes des mêmes phonèmes. Cette reconnaissance est nécessaire pour l'acquisition du vocabulaire qui suivra à partir de cet âge. La reconnaissance de mots nécessite de pouvoir segmenter une séquence vocale en unités vocales distinctes. Pour cela, les enfants utiliseraient les marques prosodiques (e.g. rythme, intonation, etc.) auxquelles ils seraient particulièrement sensibles.

La production vocale débute avec le babillage (première approximation de langage parlé) vers l'âge de 6 mois alors que l'appareil vocal est devenu plus similaire à celui des adultes. Chez les enfants sourds, le babillage est caractérisé par des gestes de mains formant des séquences répétitives de signes langagiers (Wilson et Keil, 2001: p.434) Le babillage est influencé par la perception et à 6 mois les sons produits sont différents de ceux de la langue maternelle. À un an généralement, les voyelles et des syllabes de qualité comparable à celle de la langue maternelle sont produites. On observe que de façon universelle la première syllabe produite est formée d'une consonne suivie par une voyelle. Cette forme de syllabe

⁷ Les observations sont basées sur les réactions de succions chez les bébés de moins de 6 mois ou les virement de têtes des bébés plus âgés suite à des stimuli vocaux.

est la seule qui soit présente universellement dans toutes les langues naturelles. Graduellement, toute la gamme des combinaisons de consonnes et de syllabes est maîtrisée.

L'acquisition des mots et de leur sens implique de déterminer la correspondance entre concepts et des sons ou des signes (Wilson et Keil, 2001: p.886). Ces correspondances varient selon la langue et ne sont donc pas innées. Les études montrent que les enfants commencent à comprendre quelques mots vers l'âge de 9 mois et qu'ils commencent à produire des mots vers 12 à 14 mois. Ces observations concordent indépendamment qu'il s'agisse de langue parlée ou de langue gestuelle dans le cas d'enfants atteints de surdité et avec qui on communique par signe depuis le plus jeune âge. L'acquisition de nouveaux mots se fait graduellement à partir de 0.3 mots par jour jusqu'à environ 15 mots par jours lors des premières années scolaires. Le nombre de mots acquis vers la fin de l'adolescence est près de 80 000 en comptant les noms propres pour ce qui est de l'adolescent américain monolingue anglophone⁸. L'acquisition de la syntaxe est liée à l'acquisition lexicale; de façon assez générale, l'acquisition lexicale se fait d'abord pour à partir de noms de choses, de noms d'animaux et de quelques expressions fréquentes (e.g. bye). L'acquisition de la syntaxe correspond à l'acquisition de d'autres classes de mots tels que les verbes et les mots fonctionnels (e.g. articles et prépositions).

L'acquisition lexicale est étroitement liée à certaines capacités d'interprétation innées telles que les suivantes:

- capacité de distinguer le contexte de référence: dans un contexte donné, un jeune enfant est capable de déterminer si la référence d'un mot entendu est locale (si la personne ayant prononcé le mot joue avec l'enfant et pointe à un jouet en vue) ou lointaine (si cette personne regarde quelque chose ailleurs);
- capacité de faire abstraction des parties: dans un contexte donné, un jeune enfant est capable de déterminer qu'un mot entendu (e.g. *chat*) réfère au tout plutôt qu'aux parties (la queue du chat);
- capacité de catégoriser: un jeune enfant est capable de généraliser le sens d'un mot

⁸ Cette estimation est basée sur une extrapolation à partir du nombre de mots compris dans des corpus textuels.

pour référer aux choses similaires (e.g. associer le mot *chat* à un chat de couleur blanc alors que la référence originale était un chat de couleur noir).

Les travaux sur l'acquisition de la syntaxe (cités dans (Wilson et Keil, 2001: p.820)) indiquent que les enfants ont une bonne maîtrise de l'ordre des mots dans leur langue maternelle dès leurs premières productions et cela pour différentes constructions (affirmations, questions, etc.). Les enfants auraient également une bonne maîtrise du contrôle d'arguments optionnels existants dans certaines langues. L'hypothèse dominante serait que pendant les mois précédant les premières productions, l'enfant ajusterait des paramètres de sa grammaire innée (Grammaire Universelle) en fonction d'énoncés observés dans sa langue maternelle. Par contre, l'acquisition de certains phénomènes syntaxiques tels que celui du mouvement d'arguments (dans les constructions passives par exemple) nécessiterait plus de maturation et se ferait plus tardivement vers l'âge de 4 à 5 ans. Certains détracteurs de la théorie de la Grammaire Universelle se basent sur ces phénomènes tardifs d'acquisition pour critiquer cette théorie; ces phénomènes nécessiteraient vraisemblablement un apprentissage important qu'expliquerait mal la théorie.

5.4. Intelligence artificielle et cognition langagière humaine

L'intelligence artificielle se distingue en deux axes de recherches complémentaires: l'une, plus dominante, orientée vers l'ingénierie pour la création de machines intelligentes, et l'autre orientée vers la modélisation de comportements intelligents associées à la cognition humaine (Wilson et Keil, 2001: p.lxxiiv). L'intelligence artificielle permet d'opérationnaliser des modèles cognitifs, ce qui peut faciliter la simulation et la validation de ces modèles. Par conséquent, l'intelligence artificielle est généralement bien intégrée avec d'autres disciplines des sciences cognitives telles que la linguistique, les neurosciences et la psychologie.

Le *traitement (automatique) du langage naturel* est la discipline liée à l'intelligence artificielle qui s'intéresse particulièrement au langage naturel (Wilson et Keil, 2001: p.lxxxv): cette discipline est du domaine de l'interaction personne-machine et s'intéresse à la modélisation et à l'implémentation de fonctionnalités reliées à la perception, la compréhension, et la production du langage naturel. La *linguistique informatique* ou

linguistique computationnelle est une sous-discipline du *traitement (automatique) du langage naturel* qui utilise des modélisations de la linguistique pour le traitement automatique des langues naturelles.

Beaucoup de travaux sur les modélisations informatiques des grammaires linguistiques s'inspirent des travaux de Noam Chomsky effectués dans les années 1960 sur les grammaires formelles (Wikipedia, 2005: Chomsky). Chomsky définit une hiérarchie de grammaires formelles de puissance croissante où chaque grammaire d'un niveau donné supporte un super-ensemble du langage formelle défini par la grammaire du niveau précédent. Chomsky fait l'hypothèse que certains aspects du langage humains tels que la morphologie peuvent se formaliser avec des grammaires formelles moins complexes que d'autres aspects du langage tels que la syntaxe.

Les premières applications d'intelligence artificielle remontent à la fin des années 1950 et ont portées sur le traitement des langues naturelles avec la traduction automatique. Cependant, ces applications ont rapidement révélées les complexités des langues naturelles (e.g. ambiguïtés lexicales, syntaxiques, sémantiques et pragmatiques). De 1965 à 1990, on s'est intéressé particulièrement à la modélisation cognitive symbolique de la langue naturelle et de son traitement mais dans des domaines très limités à cause des efforts importants associés à ces modélisations. Depuis 1990, pour des raisons pratiques, une plus grande emphase est mise sur l'apprentissage automatique de connaissances liées à la modélisation de la langue naturelle et de son traitement.

Les travaux sur le traitement des langues naturelles ont révélés que dans le domaine du discours, les énoncés sont souvent incohérents (comprenant des hésitations et des répétitions de mots dans le dialogue) et sont souvent produits dans des contextes de bruits (e.g. expressions incompréhensibles ou agrammaticales, etc.). Malgré ces problèmes, les personnes arrivent quand même souvent à comprendre ces discours alors que les applications d'intelligence artificielle ne le peuvent toujours pas. Les personnes sont très compétentes à identifier les éléments importants des énoncés et à pouvoir inférer à partir d'informations incertaines.

À partir de ces observations, des techniques statistiques basées sur peu de modélisation

linguistique se sont développées afin de pouvoir mieux traiter les informations textuelles dans des contextes de bruit. Ces techniques ont permis de diminuer le temps nécessaire à la modélisation et dans certains cas ont données des résultats impressionnants (par exemple, on rapporte souvent 95% d'acuité en reconnaissance vocale avec des statistiques (Wilson et Keil, 2001: p.lxxxvi)).

On s'oriente présentement vers le développement de méthodes de modélisations hybrides qui pourraient peut-être mieux correspondre à la façon dont les personnes traitent les langues naturelles: utilisation d'heuristiques basées sur des principes d'incertitude et tenant en compte d'indices phonologies, morphologiques, syntaxiques, sémantiques et autres (Wilson et Keil, 2001: p.lxxxv).

5.5. Philosophie et cognition langagière humaine

La philosophie est une discipline portant sur l'analyse et le développement d'idées abstraites concernant souvent des questions fondamentales. Ces analyses visent à la compréhension de la réalité principalement par le raisonnement logique plutôt que sur les observations empiriques (Wikipedia, 2005: Philosophy). La logique déductive basée sur le syllogisme est une des techniques de raisonnement d'abord développée en philosophie et qui est maintenant employée régulièrement dans plusieurs domaines dont plusieurs autres disciplines cognitives (intelligence artificielle, linguistique, etc.).

Par sa nature générale, la philosophie est associée à beaucoup de débats sur la cognition langagière humaine incluant des débats sur les thèmes suivants:

- *Modularité de la langue*: ce thème porte sur l'existence ou non d'une faculté distincte du langage (Wilson et Keil, 2001: p.557). La question est de savoir si le langage est le résultat d'un système cognitif (organe, réseaux neuronaux, etc.) qui lui est propre, ou si il est le résultat d'un système d'usage plus général. Les travaux en neurosciences avec la découverte d'aires généralement associées au langage (e.g. aire de Broca) semble être un argument pour les tenants de la modularité du langage, mais la capacité de relocaliser les fonctions du langage dans une autre zone lors de problèmes neuronaux semble être un argument contraire. Jerry Fodor, qui est un des

principal promoteur de l'idée de la modularité de la langue, fait l'hypothèse que la fonction du langage serait associée à un système comparable à un système perceptuel tel que la vision avec une spécificité pour le type d'information dont il a besoin de traiter;

- *L'aspect natif ou empirique du langage*: ce thème porte sur le rôle de l'inné dans les compétences langagières (Wilson et Keil, 2001: p.408). On a d'une part le nativisme dominant reposant sur la théorie de la Grammaire Universelle (voir plus bas): le nativisme repose en partie sur une argumentation rationnelle à partir d'observations linguistiques et neurobiologiques pour conclure au caractère inné de plusieurs propriétés du langage humain. D'autre part, l'empirisme s'appuie entre autre sur les modèles connexionnistes pour expliquer l'acquisition de connaissances liées au langage humain: les arguments supportant ce paradigme semble toutefois moins convainquant que ceux du nativisme (Wilson et Keil, 2001: p.409).

6. Conclusion

Nous avons présenté une synthèse de lectures sur un thème relié aux sciences cognitives et à la cognition langagière humaine. Les sciences cognitives regroupent un ensemble de disciplines (philosophie, psychologie, neurosciences, intelligence artificielle et linguistique entre autres) dont l'étude porte sur des thèmes liés à la cognition. La définition de la cognition est difficile à déterminer étant donné les aspects très complexes de ce concept. Une définition possible de la cognition consiste en un comportement d'un organisme vivant, ou une implémentation artificielle ayant des comportements comparables, qui par ses capacités innées et/ou ses capacités d'adaptation à son environnement, crée des états internes (connaissance, émotion, etc.) pouvant être ancrés ou non dans l'environnement et sur lesquels sont appliqués un ensemble spécifique d'opérations pour les acquérir, les manipuler, les transformer (appelé: perception, classification, catégorisation, raisonnement, etc.) et les communiquer à d'autres agents cognitifs.

Les sciences cognitives reposent sur quelques principes fondamentaux incluant les suivants qui sont pour la plupart applicables aux deux principaux paradigmes que sont le symbolisme cognitif et le connexionnisme cognitif: (a) le caractère formel du traitement d'information,

(b) le caractère représentable du traitement formel d'information, (c) la séparation du traitement formel et de l'implémentation, (d) le caractère scientifique fondamental des sciences cognitives, et (e) le caractère d'analyse à plusieurs niveaux du traitement de l'information.

La cognition inclut la capacité du langage avec les fonctions et représentations cognitives qui lui sont associées. Le langage humain est une forme complexe de langage qui prend la forme de 3000 à 7000 langues naturelles aujourd'hui, en plus de nombreuses variations dialectiques régionales.

Par la nature universelle et le rôle central du langage humain dans les activités cognitives, la plupart des disciplines cognitives, incluant les cinq disciplines fondatrices des sciences cognitives, s'intéressent au langage humain sous différents aspects. La Grammaire Universelle est une théorie linguistique cognitive du langage humain supportée par plusieurs observations de la linguistique, des neurosciences et de la psychologie et ayant eu jusqu'à maintenant un très grand impact sur les recherches en sciences cognitives.

7. Références

Meunier, Jean-Guy (2005). *La cognition: une introduction*. Notes de séminaire d'introduction aux sciences cognitives (DIC9000), Programme de Doctorat en Informatique Cognitive, Université du Québec à Montréal.

Stillings, Neil A.; Mark H. Feinstein; Jay L. Garfield; Edwina L. Rissland; David A. Rosenbaum; Steven E. Weisler; Lynne Baker-Ward (1995, 2nd Edition). *Cognitive Science: An Introduction*. A Bradford Book, The MIT Press.

Thagard, Paul (2004). Cognitive Science. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. The Metaphysics Research Lab, Stanford University (Editor). (Online encyclopedia) <http://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science/>

Tiberghien, Guy (Editeur, 2002). *Dictionnaire des sciences cognitives*. Armand Colin.

Wikipedia (Editor, 2005). *Wikipedia*. Wikipedia Foundation, Inc. (Editor). (Online encyclopedia) <http://en.wikipedia.org/wiki>

Wilson, Robert A; Keil, Frank C. (Editors, 2001). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.