

Utilisation de l'Intelligence Artificielle

dans le Domaine des Sciences Sociales

Dr :Abdelghani.ROUINI

Laboratory (LAADI), University of Djelfa

ملخص :

الغرض من هذا المقال هو التفكير في العلاقات بين العلوم الاجتماعية والذكاء الاصطناعي. رغم ذلك كما سنرى لاحقاً، مصطلح "الذكاء الاصطناعي" يجعل من الممكن تحديد حقيقة موجودة بالفعل في التحولات الحالية لمجتمعاتنا.

لذلك يتعين علينا أن نتساءل عن المكان أو ينبغي أن نقول غياب علم الاجتماع في تطوير هذا النهج ، ولكن أيضاً عن عدم اهتمام عالم الاجتماع نفسه بهذه الأسئلة. إن وجهة نظري مرتبطة بشكل غير مباشر بهذا السؤال لأنني مهتم بمعالجة النصوص وتحليلها ، والتي تشكل أحد الدعم المتميز لهذه المعرفة. سوف أتساءل عن أفضل استراتيجية لتكنولوجيا المعلومات لتلبية متطلبات التحليل الاجتماعي للنصوص من خلال تحسين تكنولوجيا المعلومات.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي ، المساهمة ، العلوم الاجتماعية ، التعلم ، الخوارزمية

Résumé

Le présent article se donne pour objectif de réfléchir sur les rapports entre les sciences sociales et l'intelligence artificielle (ci-après IA). Bien que, comme nous le verrons plus loin, le terme "intelligence artificielle" il n'en demeure pas moins qu'il permet de désigner une réalité bien présente dans les transformations actuelles de nos sociétés. Il nous faut donc nous interroger sur la place ou devrions-nous dire l'absence de la sociologie dans les développements de cette

approche, mais également sur le désintérêt du sociologue lui-même pour ces questions. Ma perspective est indirectement reliée à cette question puisque je m'intéresse au traitement et à l'analyse de textes, lesquels constituent l'un des supports privilégiés de cette connaissance. Je m'interrogerai sur la meilleure stratégie informatique pour rencontrer les exigences de l'analyse sociologique de textes à travers leur mise en valeur informatique.

Mots clés : intelligence artificielle, contribution, Sciences Sociales, apprentissage, algorithme

1. L'intelligence artificielle : définitions et champs d'application

1.1 Définition en Evolution

Mot employé la première fois en 1956 lors de la conférence de Dartmouth .Depuis ses origines comme domaine de recherche spécifique, au milieu du XXe siècle, elle a toujours constitué une frontière, incessamment repoussée. celle-ci peut être définie comme « la science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence ». Les objectifs de l'intelligence artificielle sont de mettre au point des automates qui résolvent certains problèmes mieux que l'être humain. L'IA est au carrefour de nombreuse disciplines : sciences humaines et sociales, informatique, mathématique, sciences cognitives ... L'intelligence artificielle désigne en effet moins un champ de recherches bien défini qu'un programme fondé autour d'un objectif ambitieux : comprendre comment fonctionne la cognition humaine et la reproduire ; créer des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain. Celle-ci s'est nourrie dans un premier temps autant des neurosciences que de

l'informatique ou des mathématiques avant une prise en compte à l'heure actuelle des sciences humaines et sociales.

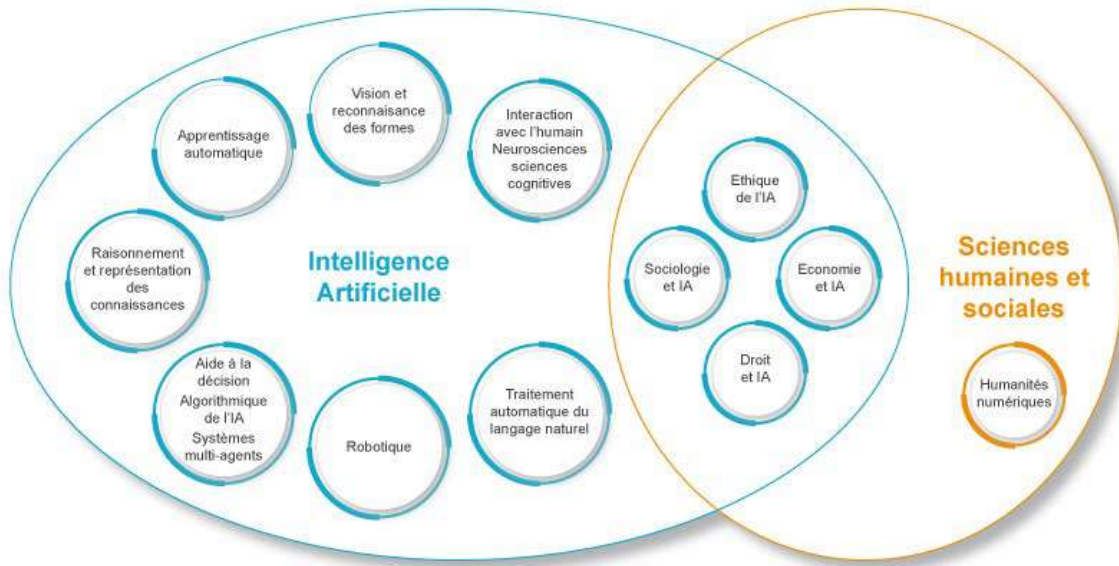
L'intelligence artificielle (IA), en tant que discipline, a été inventée en 1956 lors de la Conférence de Dartmouth. Il est à noter que la recherche autour « d'un cerveau artificiel » avait commencé dès les années 30. Le mathématicien Alan Turing qui avait posé les fondements théoriques de l'informatique dès 1936, créait en 1950 un test tentant de permettre de qualifier une machine de consciente et évoquait la possibilité de créer des machines dotées d'une intelligence véritable. L'école d'été et la conférence de Dartmouth de 1955 qui s'en suivait, organisée par Marvin Minsky et John Mc Carty notamment, mettait en exergue la notion d'intelligence artificielle et notait « que chaque aspect de l'apprentissage ou de toute autre caractéristique de l'intelligence peut être décrit si précisément qu'une machine peut être conçue pour le simuler ». L'intelligence artificielle en tant que domaine de recherche était née. Elle relève ainsi de l'utilisation d'algorithme soit d'une suite finie et non ambiguë d'opérations et d'instructions permettant, à partir d'entrées, de résoudre un problème ou d'obtenir un résultat.

La période allant de 1956 à 1974, est considérée comme l'âge d'or de l'intelligence artificielle. De nouvelles techniques informatiques dont le langage Lisp en 1958, un des tout premiers langages de programmation, sont mises au point. De même, la notion de réseaux de neurones artificiels voit le jour, le premier programme informatique capable de son champ est vaste tant en termes de disciplines concernées (biologie, mathématiques, informatique, sciences

humaines et sociales ...), de secteurs d'activités et d'impacts économiques, écologiques, sociaux, organisationnels sur la santé ou l'éducation.

L'intelligence artificielle connaît ces dernières années un essor sans précédent, en partie dû à la puissance de calcul des machines, au travail sur les algorithmes, et à l'explosion du nombre de données disponibles et exploitables, comprendre le langage humain. Ces succès rendent la communauté scientifique très enthousiaste.

Les années 70 vont être marquées par de nombreuses déceptions. Les résultats attendus sont en deçà des espérances, notamment en raison de la limite de puissance et de mémoire des ordinateurs qui ne permettaient pas de détenir de larges bases de données. Les travaux concernant la traduction automatique qui devaient aboutir rapidement prennent beaucoup de retard. Les financements sont alors revus à la baisse et particulièrement ceux du gouvernement britannique et des Etats-Unis. L'organisme public britannique de recherche mettait ainsi en doute le bien fondé des recherches sur la robotique et le traitement du langage. Les réseaux de neurones sont montrés du doigt, pour certains incapables de calculer des fonctions simples et mettant en cause de ce fait l'apprentissage automatique dès cette période. Les financements publics repartent dans les années 80 au Royaume-Uni, aux Etats-Unis, en Europe et au Japon, notamment pour ce dernier avec le programme dit de cinquième génération. Ce programme vise à construire des machines propres à tenir des conversations, traduire, interpréter et raisonner comme des êtres humains.



1.2 Intelligence artificielle faible

L'IA faible se dit d'une IA qui ne fait que reproduire un comportement spécifique. Une IA faible ne comprend pas son propre fonctionnement, elle ne fait que simuler un comportement humain prévu sur un domaine ou une tâche précise (reconnaissance d'images).

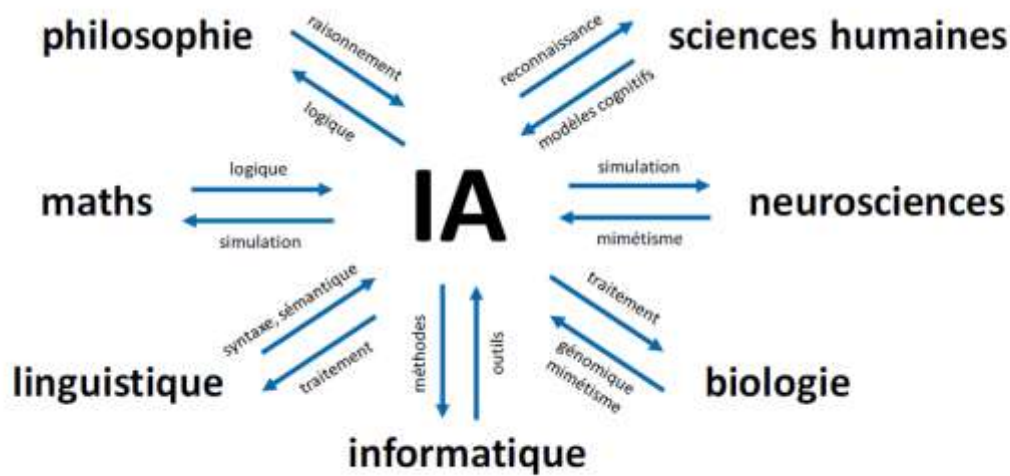
1.3 Intelligence artificielle forte

L'IA forte désigne des systèmes susceptibles de devenir complètement autonomes qui pourraient même se retourner contre les hommes. L'IA pourrait reproduire des comportements et également avoir une compréhension de ses propres raisonnements et donc développer des sentiments, une conscience, de contextualiser. Il n'existe pas actuellement d'IA forte.

2. Les différentes disciplines, technologies et applications de l'intelligence artificielle

Au cours des années, on a pu constater que l'intelligence artificielle, dont la définition même

continue à faire débat, pouvaient concerner, impacter ou se construire à travers différentes disciplines. Olivier Ezratty, en distingue un certain nombre :



Il note que « l'intelligence artificielle représente un pan entier de l'informatique avec sa diversité, ses briques technologiques, ses méthodes, ses assemblages et solutions en tout genre. Elle est aussi intimement liée à d'autres sciences : les mathématiques et les statistiques qui lui servent de base théorique, les sciences humaines (sciences cognitives, psychologie, philosophie ...) et la neurobiologie qui aident à reproduire des composantes de l'intelligence humaine par bio mimétisme, et enfin, les technologies matérielles qui servent de support à l'évolution des logiciels d'intelligence artificielle». Les sciences cognitives, quasiment nées avec l'intelligence artificielle, sont déterminantes car elles étudient le processus de pensée et de l'intelligence, au coeur même des recherches de l'intelligence artificielle. Ces sciences s'appuient sur différentes disciplines telles que la linguistique, la psychologie, les neurosciences, l'informatique, la science des données, entre autre. En étudiant l'intelligence artificielle et son évolution, on constate que l'ensemble des champs disciplinaires sont concernés soit comme outil de recherche, soit au travers d'applications.

3. L'intelligence artificielle en question

Il est possible de dire que le projet de simuler les processus intelligents de manière artificielle a été à la fois la condition d'énormes avancées scientifiques et technologiques et un leurre visant à convaincre bailleurs de fonds et utilisateurs potentiels d'investir massivement dans son développement.

La critique de l'IA porte à deux niveaux. Le premier consiste à rappeler l'histoire de ses désillusions réitérées au terme de chacune des phases de son développement. Cette critique, très bien menée par Dreyfus [1], montre comment l'IA s'est développée par étapes successives, présentées chacune comme devant résoudre les échecs cumulés jusqu'alors. Dreyfus reprend de Bar-Hillel l'idée du "sophisme du premier pas", cet enthousiasme débordant au point de départ d'une phase de développement de l'IA. On assiste, à ce moment, à des prédictions sur les résultats attendus qui sont délirants : "la simulation de l'intelligence est à portée de main...". Mais, devant des résultats décevants, on initie une nouvelle direction de recherche qui est proclamée encore plus prometteuse. Cette conviction, naïve ou intéressée, est encore aujourd'hui le fait de chercheurs de pointe, mais il existe de plus en plus de critiques venant aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur de l'IA.

En effet, le second niveau de la critique s'intéresse au fondement de l'IA. Critique de la raison instrumentale Weizenbaum, [2], critique de la raison artificielle Dreyfus[1], critique du modèle de la représentation Flores et Winnograd, [3], toutes contestent le projet de reproduire ou de simuler des processus intelligents complexes.

Weizenbaum critique d'emblée la pensée scientifique rationaliste et mécaniste et remet en question la prétention de celle-ci à penser tout le réel. La connaissance humaine échappe, selon lui, au formalisme logique et l'IA, en tant qu'aboutissement ultime de cette pensée, devrait s'interdire de se substituer à certaines fonctions humaines qui ne peuvent relever de la technique.

C'est donc l'éthique qui fonde sa critique de la science et de l'IA. Dreyfus adopte un point de vue phénoménologique qu'il oppose à la position plus moralisante de Weizenbaum. S'appuyant sur le fait que l'être humain est toujours déjà en situation, il en déduit un recours nécessaire au contexte, ce dernier se manifestant dans les desseins, le corps, les besoins et les désirs. Tout cela étant muable en permanence, aucun fait n'est pourvu d'une signification stable ou universelle. Aux deux questions qu'il formule : est-ce que l'être humain traite l'information à l'aide de règles formelles? est-ce que toute conduite humaine peut faire l'objet d'une formalisation?. La faculté de comprendre renvoie à l'être humain dans son corps, inséré dans le monde matériel et formé à sa culture. Aucun système de règles n'est concevable dans ce contexte évolutif. Par ailleurs, la simulation formelle de cette complexité appellerait une régression à l'infini de systèmes de règles ou de contextes dont on peut penser qu'aucun algorithme ne puisse rendre compte.

Chez tous ces auteurs, il y a donc remise en question des prétentions de l'IA. Aucun ne conteste la pertinence ou l'utilité de la formalisation de certaines tâches "intelligentes".

Cependant, l'IA se voit confisquer son projet global de simuler ou de reproduire des comportements intelligents complexes. Doit-on, pour autant, se tourner exclusivement vers une perspective d'ingénierie et abandonner le terrain de la modélisation? En effet, certaines nouvelles perspectives ne se dessinent-elles pas avec la venue du néo-connexionnisme, du traitement parallèle massivement distribué et de théories comme celle de l'énaction .

4. Méconnaissance du Social ou Absence du Sociologue

La littérature en IA comporte très peu d'allusion au social, si ce n'est à travers l'évocation de contextes plus ou moins élargis ou, encore, de la métaphore du globe terrestre. Cette métaphore permet de schématiser le contexte global ou social sous la forme d'une sphère dont on présume qu'elle évoque la réalité du monde. La sociologie n'est que très rarement mentionnée dans l'énumération des disciplines impliquées en IA. Les auteurs cités plus haut, tout en rappelant inlassablement la dimension sociale de la connaissance, s'appuient avant tout sur une phénoménologie du sens commun ou une théorie des actes de paroles. Varela [4], quant à lui, représente une exception quand il élargit le cadre de référence à Foucault dont les travaux ont eu beaucoup d'influence en sociologie. Mais celle-ci, en tant que discipline vouée à la théorisation et à l'analyse du social, est absente du débat. Il y a deux façons de concevoir l'interaction entre l'IA et la sociologie, du dehors ou du dedans.

Le sociologue a privilégié la première, c'est-à-dire l'étude des impacts ou des effets du développement des nouvelles technologies informatiques, principalement dans les situations de travail. Cette approche est éminemment nécessaire, ne serait-ce que du fait de l'idéologie à l'oeuvre derrière la redéfinition des rapports sociaux induite par ces transformations. Une

seconde approche serait pourtant tout aussi nécessaire. Il s'agit de la place que pourrait prendre la sociologie dans la réflexion sur la nature du langage et de la connaissance, objets maintenant privilégiés de l'IA. C'est en ce second sens que je dis que le sociologue est absent. Cette absence se manifeste particulièrement dans le domaine de l'IA qui s'occupe du traitement informatique des langues naturelles (TLN). L'intérêt du sociologue pour le traitement des langues naturelles devrait découler de la nature sociale du langage situation sociale de la communication ou du discours, nature sociale du communiqué . Mais avant de revenir sur la contribution potentielle du sociologue, voyons d'abord comment le TLN s'est heurté au problème de la complexité du langage. L'évolution de ce domaine, à travers ses phases successives de développement, prouve bien que le traitement informatique des langues naturelles a dû reconnaître progressivement la complexité des aspects du langage. A chacune des étapes de développement, on a reconnu les limites de couverture des modèles élaborés et réévalué les difficultés liées à la compréhension automatique de la langue. En plus d'élargir la perspective au plan strictement linguistique, on a introduit de nouveaux modèles de représentation de la connaissance, tenté d'élargir la contextualisation des phénomènes de discours en incorporant des données extra-linguistiques et développé de nouvelles approches en logique (logique naturelle, logique floue,...).

La question demeure de savoir comment l'IA peut gérer la complexité croissante associée à l'évolution des modèles de traitement de la langue naturelle. Si l'on admet que toute démarche scientifique est avant tout une manière de réduire cette complexité afin de rendre possible la description, la compréhension ou l'explication de certains aspects de la réalité, il faut se

demander s'il est alors possible de recomposer cette complexité? La démarche retenue en IA laisse croire que cette recomposition peut s'effectuer par addition ou adjonction de ces divers niveaux aspectuels. Par exemple, Sabah[5] reprend les divisions de la linguistique comme autant de niveaux morphologique, syntaxique, sémantique et pragmatique permettant la compréhension de la langue. Cette façon de voir implique, d'une part, que chacun des niveaux a une certaine autonomie et, d'autre part, que l'ensemble doit être, à un moment donné, recomposé pour reproduire la complexité du langage. Le postulat d'autonomie des niveaux entraîne une stratégie de recherche étagée visant la résolution successive des problèmes qui leur correspondent. Tout en reconnaissant l'efficacité de cette approche dans l'accomplissement de tâches spécifiques, la critique de l'IA la considère comme globalement erronée du point de vue d'une éventuelle compréhension du sens par une machine. En effet, elle ne peut permettre de résoudre le problème de la recomposition de la complexité du sens. Il est donc nécessaire de considérer les représentations correspondant à ces divers niveaux comme autant de constructions qui doivent être distinguées de celle que l'on suppose être une représentation "naturelle" que l'on voudrait simuler. Aucune théorie globale de cette représentation naturelle n'est présentement disponible et aucun formalisme ne peut, à terme prévisible, en rendre compte, si toutefois elle existe comme système de traitement symbolique. Il nous faut donc tirer la conséquence qui s'impose, soit de concevoir l'informatique comme plateforme de modélisation partielle et de développement d'outils spécialisés pour la manipulation d'objets construits.

C'est dans ce contexte global que le sociologue doit s'interroger sur sa contribution potentielle à l'IA. Deux questions se posent alors à lui. Du côté de la modélisation, la sociologie peut-elle fournir un cadre formel permettant de programmer les aspects sociaux de la connaissance et du langage susceptible de s'ajouter aux autres niveaux de description ou de représentation?

Dans une perspective davantage orientée vers les outils, la sociologie peut-elle proposer des règles de représentation, d'inférence et d'interprétation pour tirer profit dès maintenant de certaines technologies informatiques?

C'est dans cette seconde perspective que J.C. Gardin [7] conçoit l'usage de la technologie informatique dans les sciences humaines. Se situant dans une perspective rationaliste, Gardin vise à disposer d'outils mettant à la fois à l'épreuve des représentations construites par les diverses disciplines des sciences humaines et permettant d'accroître le potentiel de description et d'explication de celles-ci. Il se situe dans le cadre restreint des systèmes experts dont il veut exploiter les ressources pour "parvenir à une meilleure maîtrise des raisonnements de sciences humaines, avec ou sans l'IA" Gardin, [6] .

La réflexion de Gardin sur l'application de la technologie des systèmes experts au raisonnement archéologique nous permet peut-être de comprendre pourquoi la sociologie est absente du développement en IA. Certes, elle peut offrir un cadre général pour comprendre les aspects sociaux de la connaissance sous la figure des idéologies, de la culture ou des savoirs , mais elle ne dispose pas de ces représentations formellement construites qui puissent être traduites en symboles et traitées par des règles de production. Contrairement aux disciplines linguistique, psychologique et même archéologique, la sociologie ne dispose pas d'un

symbolisme de représentation standardisé des objets qu'elle construit. Elle est, de plus, souvent silencieuse sur les règles de son raisonnement : comment établit-elle des inférences, comment procède-t-elle à l'interprétation? Cela explique peut-être sa timidité devant le discours envahissant de l'IA. A sa défense la sociologie peut répondre qu'elle est d'emblée dans la complexité et qu'il lui est par définition difficile de segmenter le social en autant de niveaux qui se prêteraient plus aisément à des représentations formelles. Si pour cette raison, la sociologie ne peut répondre, partiellement ou entièrement, aux exigences de formalisation de l'IA, elle devrait, tout de même, réfléchir sur la valeur heuristique du recours à la technologie informatique. Cette dernière n'oblige-t-elle pas le sociologue à mieux définir les objets qu'il construit et les relations qu'il suppose entre eux?

C'est donc du point de vue du sociologue qu'il m'intéresse d'appliquer la technologie informatique à l'analyse du discours en tant qu'il prend la forme de textes. Poser le discours comme objet d'analyse est déjà interpellé l'intelligence artificielle, en rappelant qu'au-delà de la langue comme système de codes, de la cognition comme activité de production et d'acquisition de connaissances, le discours déploie ses propres règles, non seulement au niveau des actes de paroles dans des situations de communication restreintes, mais dans la profondeur du social et de l'histoire. Cette interpellation est un rappel constant à la modestie qui devrait prévaloir dans le projet de simuler des processus de compréhension du sens.

5. Apprentissage

5.1 point de vue de l'Intelligence Artificielle Distribuée

Si en psychologie comprendre l'individu équivaut à étudier les représentations des structures abstraites construites lors de la réalisation d'une tâche cognitive, en Intelligence Artificielle (IA), la modélisation des fonctions de haut niveau de l'esprit humain (raisonnement, langage, apprentissage...) est mise en avant. En effet, pour l'IA, comprendre l'esprit correspond à en construire un modèle à différents niveaux de granularité, quitte à en oublier parfois toute la complexité humaine.... D'ailleurs, pour tenter de développer au mieux un parallèle entre les états mentaux humains et les représentations symboliques fournies par un ordinateur, certains chercheurs redoublent d'imagination et vont même jusqu'à expliquer la conscience humaine en la modélisant à l'aide d'une multitude d'agents[8,9]. Cette idée de faire travailler conjointement un certain nombre d'agents autonomes à la résolution de problèmes complexes a donné naissance à une branche de l'IA, l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD), dont l'objectif est de concevoir des agents artificiels capables de s'organiser efficacement pour accomplir collectivement les tâches qui leur sont demandées. Les paramètres d'imprécisions que pourrait introduire une modélisation mathématique sont davantage pris en compte avec une représentation de type multi-agents; l'apprentissage apparaît même comme un véritable atout pour déterminer un comportement « optimal » qui répond à la plupart des problématiques et situations qu'un agent peut rencontrer. Dans ce cas précis, l'apprentissage se fonde sur l'observation des autres agents ou de l'environnement, et la communication n'est finalement qu'un outil permettant une meilleure coopération entre tous.

Nous voyons alors se profiler une deuxième définition de l'apprentissage en le considérant comme une acquisition de nouvelles connaissances pour le système lui permettant d'évoluer plus facilement. Cependant, à la différence de certains courants psychologiques, l'apprentissage ne repose pas sur le langage et les échanges qui peuvent être réalisés entre les agents au cours du temps. Or, évaluer le type d'informations à communiquer est finalement une problématique capitale si l'on souhaite se rapprocher d'un modèle humain...

5.2 point de vue pluridisciplinaire

En première analyse il apparaît, avec une certaine évidence, que les projets de l'Intelligence Artificielle Distribuée et ceux des sciences sociales sont quelque peu opposés en ce qui concerne l'apprentissage. La première cherche, la plupart du temps, à construire des systèmes capables d'acquiescer des comportements en fonction des changements d'un environnement. La seconde postule l'existence d'un esprit capable d'apprendre, l'esprit humain, dont elle souhaite découvrir les propriétés en analysant son fonctionnement au cours du temps. En résumé l'une part des données pour élaborer un système et l'autre part d'un système (le cerveau) pour générer des données (les connaissances sur le fonctionnement de l'apprentissage) [10,11].

À considérer plus attentivement l'état actuel des deux disciplines, l'évidence devient plus floue et les choses ne semblent plus aussi simples. Il apparaît, en premier lieu, que de nombreux systèmes d'apprentissage élaborés en IA présupposent la présence d'un système symbolique dont les composantes tendent de plus en plus à être justifiées par leur compatibilité avec ce que l'on peut savoir du fonctionnement cognitif de l'homme. D'un autre côté, le caractère

expansif de l'IA qui, en ajoutant au répertoire théorique du psychologue des mécanismes nouveaux avec des modèle complexes et puissants, apporte des éléments novateurs et constructifs en sciences sociales.

Nous le voyons, l'opposition entre les deux démarches tend a s'estomper et la frontière entre les deux disciplines est de plus en plus perméable et sans doute, convient-il de s'en féliciter. Il reste a notre avis, un point important a soulever : il est clair que dans l'apprentissage humain une partie de ce qui est `a apprendre ne relève pas seulement des observations de l'environnement physique (comme le symbolise actuellement la plupart des algorithmes d'apprentissage en informatique) mais aussi des échanges qui s'effectuent entre les différents individus a travers la parole. D'ailleurs, Vygotsky le souligne très bien en affirmant que « la contribution de l'apprentissage tient au fait qu'il met a la disposition de l'individu un outil puissant : Une nouvelle voix s'ouvre alors dans l'univers multi-agents : considérer la communication comme une solution au problème de l'apprentissage[12].

6. Contribution

C'est en prenant conscience de cette diversité d'approches et des liens pluridisciplinaires qui en découlent, que nous avons décidé de nous intéresser a la problématique de l'apprentissage.

Notre principal dessein réside dans une modélisation de ce comportement humain grace aux systèmes multi-agents en essayant d'intégrer des recherches issues des sciences cognitives dans notre modèle. Nous voulons avant tout montrer que des travaux caractéristiques en

sciences sociales peuvent être conjuguées aux spécificités théoriques de l'IAD, et que les contributions qui en découlent sont bénéfiques aux deux disciplines.

7. Conclusion

Tandis que l'intelligence artificielle traduit plutôt le problème sous forme d'un algorithme informatique, c'est à dire une procédure de résolution de problèmes réalisable par un ordinateur. La coopération de ces diverses approches permet enfin de réaliser un vieux rêve : comprendre comment le cerveau fonctionne pour percevoir, connaître, apprendre, et penser. Ainsi, Howard Gardner n'avait pas tort de parler de « révolution » à propos de l'émergence de ces sciences.

Le domaine cognitif désignant tout ce qui a trait à la connaissance - de la perception (visuelle, auditive, tactile...) à l'intelligence (calcul, résolution de problèmes, intuition, choix stratégique), en passant par le langage, la mémoire, l'apprentissage...,

Références :

- [1] Dreyfus, H.L., Intelligence artificielle, mythes et limites, Paris, Flammarion, 1984, Version originale, deuxième édition.
- [2] Weizenbaum, J., Puissance de l'ordinateur et raison de l'homme, du jugement au calcul, Paris, Éditions de l'informatique, 1981, Édition originale.
- [3] Flores et Winograd, , Terry Winograd, Understanding computers and cognition January 1986 Ablex Publishing Corp.355 Chestnut St. Norwood, NJ United States ISBN:978-0-89391-050-1
- [4] Varela. F.J., Connaître, les sciences cognitives, tendances et perspectives, Paris, Seuil, 1989.

- [5] Sabah, G., L'intelligence artificielle et le langage, représentations des connaissances, Paris, Hermès, 1988, Vol. I .
- [6] Gardin, J.C. et al., Systèmes experts et sciences de l'homme, Paris, éditions Eyrolles, 1987.
- [7] H Gardner A multiplicity of intelligences - europsychological Research, 2008 - taylorfrancis.com
- [8] Bourque, G., Duchastel, J., "Restons traditionnels et progressifs". Pour une nouvelle analyse du discours politique, le cas du régime Duplessis au Québec, Montréal, Boréal, 1988.
- [9] Coulon, D., Kayser, D., "Informatique et langage naturel : Présentation générale des méthodes d'interprétation des textes écrits", in Techniques et Science informatiques, Vol. 5., no 2, 1986, pp. 103-129
- [10] Duchastel, J., Dupuy, L., Daoust, F., "Système d'analyse de contenu assistée par ordinateur(SACAO)" in La description des langues naturelles en vue d'applications linguistiques, Recherche en linguistique appliquée à l'informatique, Centre international de recherche sur le bilinguisme, Université Laval, Québec, 1989, pp. 197-210.
- [11] Duchastel, J., Paquin, L.C., Beauchemin, J., "Automated Syntactic Text Description Enhancement : Thematic Structure Analysis".in Computers and the Humanities, no. 26.1, 1991.
- [12] Halliday, M.A.K., An Introduction to Functional Grammar, London, Edward Arnold, 1985, 1986, 1987.