

---

## **INSS - UN SYSTÈME HYBRIDE NEURO-SYMBOLIQUE POUR L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE CONSTRUCTIF**

**Fernando Santos OSORIO**

*LEIBNIZ-IMAG-INPG- Bureau C207*

*Fernando.Osorio@imag.fr*

*Telephone: +(33) 4 76 57 46 58*

*Fax: +(33) 4 76 57 46 02*

---

Plusieurs méthodes ont été développées par l'Intelligence Artificielle pour reproduire certains aspects de l'intelligence humaine. Ces méthodes permettent de simuler les processus de raisonnement en s'appuyant sur les connaissances de base disponibles. Chaque méthode comporte des points forts, mais aussi des limitations. La réalisation de systèmes hybrides est une démarche courante qui permet de combiner les points forts de chaque approche, et d'obtenir ainsi des performances plus élevées ou un champ d'application plus large. Un autre aspect très important du développement des systèmes hybrides intelligents est leur capacité d'acquérir de nouvelles connaissances à partir de plusieurs sources différentes et de les faire évoluer.

Dans cette thèse, nous avons développé des recherches sur les systèmes hybrides neuro-symboliques, et en particulier sur l'acquisition incrémentale de connaissances à partir de connaissances théoriques (règles) et empiriques (exemples). Un nouveau système hybride, nommé système INSS - Incremental Neuro-Symbolic System, a été étudié et réalisé. Ce système permet le transfert de connaissances déclaratives (règles symboliques) d'un module symbolique vers un module connexionniste (réseau de neurones artificiel - RNA) à travers un convertisseur de règles en réseau. Les connaissances du réseau ainsi obtenu sont affinées par un processus d'apprentissage à partir d'exemples. Ce raffinement se fait soit par ajout de nouvelles connaissances, soit par correction des incohérences, grâce à l'utilisation d'un réseau constructif de type Cascade-Correlation. Une méthode d'extraction incrémentale de règles a été intégrée au système INSS, ainsi que des algorithmes de validation des connaissances qui ont permis de mieux coupler les modules connexionniste et symbolique. Le système d'apprentissage automatique INSS a été conçu pour l'acquisition constructive (incrémentale) de connaissances. Le système a été testé sur plusieurs applications, en utilisant des problèmes académiques et des problèmes réels (diagnostic médical, modélisation cognitive et contrôle d'un robot autonome). Les résultats montrent que le système INSS a des performances supérieures et de nombreux avantages par rapport aux autres systèmes hybrides du même type.

---

## **UN MODÈLE D'INDEXATION RELATIONNEL POUR LES GRAPHES CONCEPTUELS FONDÉ SUR UNE INTERPRÉTATION LOGIQUE**

**Iadh Ounis**

*Laboratoire CLIPS-IMAG*

*BP 53 38041 Grenoble cedex 9*

*iadh.Ounis@imag.fr*

---

L'idée d'établir des relations entre des objets et de les représenter dans la base de connaissances d'un système informatique est le propre de toute approche en Intelligence Artificielle. Cependant, la plupart des formalismes de représentation de connaissances n'exploitent pas toute la richesse de la sémantique de ces relations, ni le comportement qui leur est associé. En recherche d'informations, les traitements de ces relations ne sont guère mieux élaborés et l'impact de leur prise en compte lors de la phase de correspondance n'a jamais été établi, même s'il reste vrai que de nombreuses approches tiennent compte de leur présence dans le document et tentent ainsi de les représenter lors du processus d'indexation. Pourtant la recherche de documents structurés ou complexes exige plus que jamais, outre un langage d'indexation robuste et expressif, la prise en charge de la sémantique des relations ainsi que leurs propriétés. A travers une étude des nouvelles exigences auxquelles la recherche d'informations d'aujourd'hui doit répondre, nous proposons un modèle d'indexation relationnel pour les documents. L'approche consiste à considérer qu'un terme d'indexation est fondé sur des concepts complexes où les connecteurs sémantiques sont vus comme des opérateurs, ou des relations permettant de construire des expressions nouvelles représentant des concepts nouveaux ou des situations nouvelles. Le modèle proposé ne

se contente pas de représenter les relations, mais permet aussi d'offrir un cadre général précisant les principes généraux de manipulation de ces relations et la prise en compte de leurs propriétés dans un processus de recherche fondé sur une approche logique. Le modèle proposé comporte deux composantes : le langage de représentation des informations, permettant une approche d'indexation relationnelle, et les règles de dérivation qui, reprenant ce langage, permettent de diriger le processus de correspondance.

Nous utilisons la théorie des situations comme langage de représentation et un système de dérivation de pertinence, reposant sur une axiomatisation de la notion de correspondance entre les documents et la requête pour la prise en compte des relations. Une caractéristique intéressante de ce modèle est qu'il conduit à étendre certains formalismes de représentation de connaissances par des notions utiles en recherche d'informations. Les limitations de la famille des logiques terminologiques, utilisée par ailleurs comme base formelle de l'approche d'indexation relationnelle proposée, peuvent ainsi être surmontées. Cependant, la complexité des traitements associés à cette famille de logiques empêche de les utiliser comme un modèle opérationnel. Nous proposons alors le formalisme des graphes conceptuels comme un bon compromis entre la complexité des démonstrateurs de théorèmes et la simplicité des approches algébriques. Ce formalisme est alors vu, à travers une interprétation logique adéquate, comme une implantation d'une logique terminologique étendue et du modèle d'indexation. Notre approche a été implantée sur une plate-forme de gestion de graphes conceptuels, réalisée sur le système de gestion de base de données à objets O2. Le prototype RELIEF résultant de notre expérimentation a été testé sur une collection d'images et a démontré l'applicabilité et le bien-fondé de notre approche.

---

## **REFORMULER ET CLASSER UN PROBLÈME POUR LE RÉSOUDRE L'ARCHITECTURE SYRCLAD ET SON APPLICATION À QUATRE DOMAINES**

**Nathalie Guin**

*LIP6, Université Pierre & Marie Curie  
Boîte 169, 4 place Jussieu  
75252 Paris Cedex 05  
Nathalie.Guin@lip6.fr*

---

Cette thèse appartient au domaine de l'intelligence artificielle. Elle porte essentiellement sur la résolution de problèmes dans un contexte didactique. Nous avons conçu une démarche générique de résolution de problèmes basée sur la classification et la reformulation des problèmes. Nous nous intéressons à des problèmes scolaires dans des domaines où les énoncés des problèmes correspondent à des situations concrètes, alors que le cours est donné sous forme de connaissances théoriques. Les élèves sont en difficulté face à ce type de problèmes parce qu'ils n'arrivent pas à modéliser ces situations afin qu'elles entrent dans le cadre du cours théorique. Nous souhaitons modéliser la démarche de résolution telle qu'on veut qu'elle fonctionne chez un élève après l'apprentissage. Nous avons pour cela distingué les connaissances destinées à modéliser le problème des connaissances du domaine destinées à résoudre un problème modélisé. Cette explicitation de connaissances a pour but de concevoir dans chaque domaine un résolveur de problème destiné à être utilisé par un EIAO. Pour construire un nouveau modèle du problème posé, auquel on pourra appliquer les connaissances de résolution du cours, une méthode consiste à utiliser une classification de problèmes pour guider cette reformulation du problème. Cette thèse propose, d'une part, un cadre général dans lequel on peut expliciter de manière déclarative une classification de problèmes et les connaissances de reformulation et de résolution qui y sont liées et, d'autre part, un mécanisme d'exploitation de ces connaissances, indépendant du domaine. Nous avons réalisé le système Syrciad qui met en oeuvre ces divers aspects et nous l'avons testé sur quatre domaines d'application : celui des exercices de dénombrement au niveau terminale scientifique, celui des problèmes additifs proposés à l'école primaire, celui du jeu au tarot, et celui des exercices de thermodynamique niveau classes préparatoires. Syrciad construit un nouveau modèle du problème posé grâce à des connaissances de reformulation et en utilisant un graphe de classification des problèmes du domaine. Ce nouveau modèle est plus opérationnel et est instance d'une classe de problèmes du graphe. Le système applique les connaissances de résolution associées à cette classe de