

## Des machines capables d'argumenter

---

jean louis Dessalles  
ENST  
46 rue Barrault - 75634 PARIS Cedex 13  
E-✉: dessalles@enst.fr

### Résumé

L'ordinateur du futur, si l'on en croit certaines projections, aurait comme principale caractéristique la capacité d'interagir totalement en langue naturelle. Que vaudra ce type d'interaction si l'on ne parvient pas à doter la machine des moyens d'argumenter, au sens humain du terme ?

Nous avons essayé de modéliser certaines contraintes qui limitent la liberté des interlocuteurs dans une interaction de type conversationnel. Le non respect de ces contraintes entraîne chez les interlocuteurs des réactions d'incompréhension qui peuvent même être agressives. Il nous a semblé essentiel de faire en sorte que la machine respecte ces contraintes de pertinence.

Nous avons modélisé certaines de ces contraintes de manière suffisamment précise pour être en mesure de fabriquer des arguments pertinents dans certains contextes. Notre programme PARADISE est capable de *calculer* les arguments pertinents à partir d'une connaissance du domaine, si bien qu'il peut "tenir le rôle" d'un interlocuteur humain lors de la reconstitution d'un extrait conversationnel réel dont on connaît le contexte. Notre programme d'enseignement assisté SAVANT3 utilise de même les contraintes conversationnelles pour établir un dialogue de type socratique avec un apprenant.

**mots clés:** Interaction homme-machine, langage naturel, conversation, argumentation

### 1. Introduction

Lorsqu'il s'agit de faire dialoguer une machine avec un utilisateur humain, il est naturel d'exiger de la machine qu'elle respecte les contraintes que les humains s'imposent mutuellement. La plus importante de ces contraintes nous semble être *la contrainte de pertinence*. Si, à titre expérimental, on renvoie une réplique non pertinente à un interlocuteur, on s'expose à une réaction d'incompréhension qui peut même être agressive. A celui qui s'étonne, après avoir repeint son portail, que la peinture ne soit toujours pas sèche après 24 heures, vous ne pouvez pas répliquer qu'il s'agit d'une peinture verte, que le portail est à deux battants, ou qu'il y a deux arbres dans le jardin !

Nous proposons ici le fait que la *pertinence* des arguments résulte d'un calcul de nature logique, que ce calcul est effectué spontanément par les humains et qu'il est essentiel de le reproduire en machine. Nous partons ainsi d'un modèle génératif de la conversation : la *Théorie problématique de la conversation*, élaborée à partir de l'étude des conversations spontanées. Nous appliquons ensuite cette théorie à un dialogue humain-machine de type didactique.

## 2. La théorie problématique de la conversation

L'observation des conversations quotidiennes [Dessalles 1985, 1993] nous a permis de mettre en évidence un phénomène assez spectaculaire, que l'on peut résumer ainsi :

*Toute conversation est organisée autour d'une "problématique"*

Commençons par un exemple. Dans l'extrait suivant, A raconte qu'il est en train de repeindre les portes chez lui, et qu'il a décidé de commencer par décaper la vieille peinture, ce qui se révèle être un travail difficile.

- A1- Ben moi, j'en bave actuellement parce qu'il faut que je refasse mes portes, la peinture. Alors j'ai décapé à la chaleur. Ca part bien. Mais pas partout. C'est un travail dingue, hein ?  
[...]  
B3- Faut une brosse, dure, une brosse métallique.  
A4- Oui, mais j'attaque le bois.  
B4- T'attaques le bois.  
[pause 5 secondes]  
A5- Enfin je sais pas. C'est un boulot dingue, hein ? C'est plus de boulot que de racheter une porte, hein ?  
B5- Oh, c'est pour ça qu'il vaut mieux laiss... il vaut mieux simplement poncer, repeindre par dessus  
A6- Ben oui, mais si on est les quinzèmes à se dire ça  
B6- Ah oui.  
A7- Y a déjà trois couches de peinture, hein, dessus.  
B7- Remarque, si elle tient bien, la peinture, là où elle est écaillée, on peut enduire. De l'enduit à l'eau, ou  
A8- Oui, mais l'état de surface est pas joli, quoi, ça fait laque, tu sais, ça fait vieille porte.

Il est impossible d'analyser l'argumentation de cet extrait si l'on ne voit pas que tous les arguments visent alternativement à établir et à résoudre une problématique. Ici, le problème vient de ce que repeindre les portes se révèle fastidieux. Cela découle logiquement du fait que A a choisi de décaper ses portes, sans utiliser de brosse métallique. Or la conséquence (logique) de l'emploi d'une brosse métallique serait d'abîmer le bois. Par contraposée, si l'on ne veut pas abîmer le bois, alors on n'utilise pas de brosse métallique, et donc il est fastidieux de décaper, donc de repeindre. Mais pourquoi décaper ? Il suffit de poncer. Mais A sait qu'il y a plusieurs couches de vieille peinture, et donc si il ne décape pas, alors l'état de surface ne sera pas joli, et cela posera aussi un problème.

Nous venons de paraphraser cet extrait dans deux buts. Premièrement, montrer que la problématique est omniprésente dans cet extrait. Ici il s'agit d'un phénomène indésirable, le travail fastidieux qu'exige la peinture des portes. Deuxièmement, il s'agit de convaincre le lecteur que les arguments s'articulent *logiquement* dans cet extrait. Plus précisément, il est impossible de comprendre pourquoi les arguments sont émis si l'on ne comprend pas leur rôle logique. Examinons par exemple le rôle joué par l'argument "brosse métallique" :

1. *repeindre-fastidieux* ⇒ **IND**
2. *bois-abîmé* ⇒ **IND**
3. **non** *surface-jolie* ⇒ **IND**
4. [*décapage & non brosse-métallique & non repeindre-fastidieux*] ⇒ **F**
5. [*brosse-métallique & bois-tendre & non bois-abîmé*] ⇒ **F**

| 6. [décapage & chalumeau & brosse-métallique & repeindre-fastidieux]  $\Rightarrow F$

Dans cette écriture,  $F$  tient lieu de proposition fausse, et  $IND$  représente la modalité indésirable.  $p \Rightarrow F$  signifie donc que  $p$  est fausse, alors que  $p \Rightarrow IND$  signifie que  $p$  est indésirable. On comprend ainsi le rôle de l'argument *brosse-métallique*, qui est de "casser" le raisonnement qui mène à *repeindre-fastidieux*. En effet, la règle 4 se réécrit :

| 4'. [décapage & **non** brosse-métallique ]  $\Rightarrow$  *repeindre-fastidieux*

La déduction n'est plus possible si l'on utilise une brosse métallique. Le problème lié à la règle 1 est donc supprimé. Mais A fait remarquer, en A4, qu'un nouveau problème apparaît, lié aux règles 2 et 5.

Par cet exemple, nous avons voulu souligner les points fondamentaux suivants :

- Les arguments résultent d'un *calcul*, et ce calcul est de nature logique
- Les arguments visent à détruire ou à rétablir une problématique

On pourrait penser que cela concerne un certain type de conversation, mais que les conversations les plus banales échappent à ces contraintes. Or cela est inexact : comme nous l'avons annoncé plus haut, il n'y a pas de conversation sans problématique. Nous allons le vérifier en analysant le concept de pertinence logique.

### 3. L'exigence de pertinence logique

La pertinence est une notion essentielle pour l'analyse du dialogue entre humains ou entre humain et machine. Car la première question à résoudre est bien celle-ci : comment simuler la pertinence avec une machine, comment amener une machine à calculer des arguments pertinents ? Cette notion de pertinence a été abordée dans des ouvrages célèbres [Grice 1975, Sperber & Wilson 1986]. Toutefois les modèles de la pertinence, bien que très éclairants à certains égards, souffrent de plusieurs défauts : ils ne sont pas assez précis pour donner lieu directement à des implantations en machine, et ils ne prennent pas en compte l'aspect interactif de la communication. Plus grave, de notre point de vue : ils passent à côté de la contrainte, essentielle à nos yeux, liée à l'existence nécessaire d'une problématique.

Car selon le modèle que nous suggère l'observation des conversations spontanées, il ne peut y avoir de pertinence sans problématique. La problématique est systématiquement amenée par le premier locuteur, et elle est exigée par ses auditeurs, comme nous pouvons le vérifier avec l'exemple suivant :

contexte : Sur l'autoroute de Paris vers l'Allemagne. Les grosses Mercedes sont chose courante. B ne remarque pas que la Mercedes qui vient de doubler était immatriculée en Hongrie. A cette époque, la Hongrie était communiste et les individus étaient supposés ne pas pouvoir être riches.

C1- T'as vu la Mercedes ?

D1- Hé bé quoi ?

C2- Tu savais que les hongrois, ils avaient des voitures comme ça ?

Ici, D ne perçoit aucune problématique, ce qui provoque sa réaction D1, qui apparaît comme une véritable "cassure" dans la conversation (ce phénomène de cassure, relativement rare, peut contenir une certaine agressivité). En fait la problématique était bien présente, à condition de remarquer que la voiture était immatriculée en Hongrie :

7. *hongrois*( **X** )  $\Rightarrow$  **non riche**( **X** )

8. [*possède*( **X**, **Voiture** ) & *grosse*( **Voiture** ) & **non riche**( **X** )]  $\Rightarrow$  **F**

La problématique prend ici la forme d'un paradoxe : tous les termes de l'incompatibilité 8 sont vérifiés, ce qui rend la situation paradoxale. Pourtant, et c'est ce qui rend l'extrait particulièrement intéressant, l'intervention C1 est non pertinente pour D : en l'absence de l'information concernant la nationalité de la voiture, la problématique introduite par C1 ne peut être perçue, ce qui a provoqué la réaction D1. Après tout, D aurait pu tout simplement répondre qu'il avait vu la voiture. Pourtant, et contrairement aux prévisions des modèles courants de la pertinence, il a provoqué une cassure. Ceci ne s'explique que si l'on prend en compte le fait fondamental suivant :

Première contrainte de pertinence logique : **Il n'y a pas de conversation possible si la problématique n'est pas perçue.**

Pour ce qui nous intéresse ici, la problématique peut prendre deux formes distinctes : le paradoxe et l'indésirabilité<sup>(1)</sup>. Nous avons illustré chacun de ces cas par un exemple. Si l'on transpose ce résultat dans le dialogue humain-machine, on exigera que la machine soit capable de détecter la problématique cachée dans la requête de l'utilisateur, et qu'elle présente ses interventions sous la forme d'une problématique (paradoxe ou indésirabilité).

La première contrainte de pertinence logique s'exerce dès la première intervention relative au sujet. Les répliques qui suivent sont, elles, soumises à la deuxième contrainte de pertinence logique :

Deuxième contrainte de pertinence logique : **Toute réplique doit avoir un effet sur la problématique.**

L'effet des répliques peut être de conforter la problématique, ou au contraire de la diminuer, ou encore de la supprimer par une invalidation logique. Selon cette deuxième contrainte, toute réplique qui serait neutre par rapport à la problématique serait perçue comme non pertinente et provoquerait une cassure<sup>(2)</sup>. Encore une fois, ce résultat est transposable au dialogue humain-machine. Chaque réponse de la machine devra être calculée pour avoir un effet sur la problématique reconnue au départ. Nous allons illustrer maintenant par quel moyen la machine peut calculer ses interventions.

#### 4. PARADISE : calculer des arguments pertinents

Le modèle conversationnel que nous venons de décrire consiste en un ensemble de contraintes qui semblent limiter l'éventail des possibilités qui s'offrent à un interlocuteur à un moment donné de la conversation. Ce jeu de contraintes est-il suffisamment complet pour expliquer

---

<sup>1</sup> La problématique peut prendre deux autres formes dans les conversations, l'improbabilité et la désirabilité. Nous n'avons pas implanté ces modes dans nos programmes, et donc nous n'en parlerons pas ici. Nous renvoyons le lecteur à [Dessalles 1993]. Noter le caractère contraignant de cette exigence : pour qu'un fait soit un sujet de conversation, il faut qu'il apparaisse comme improbable et/ou (in)désirable et/ou paradoxal. Réciproquement, deux paramètres seulement, la probabilité et la désirabilité, suffisent à déterminer si un fait (*a priori* possible) peut constituer un sujet de conversation.

<sup>2</sup> Noter que là encore, cette règle est beaucoup plus contraignante que ce que prévoient les modèles courants de la pertinence. En effet, on pourrait imaginer une réplique reliée au contexte (par ex. par un lien associatif ou même logique), sans que cette réplique ait un quelconque effet sur la problématique. Par exemple, on pourrait imaginer que D pût déclarer qu'il avait bien vu la Mercedes, ou qu'il l'avait vue parce qu'il la surveillait dans son rétroviseur, ou que la Mercedes était plus rapide que son propre véhicule, etc. Les modèles pragmatiques courants se satisfont de ces répliques. Pourtant aucune de ces répliques n'est logiquement pertinente. Dans le cas de cet extrait, seuls un co-étonnement ou une invalidation logique (*i.e.* une explication) sont acceptables. Une explication aura pour effet d'invalider le paradoxe, en niant l'un de ses termes (*e.g.* la voiture n'était pas hongroise) ou l'une de ses prémisses (*e.g.* certes les hongrois ne sont pas riches, sauf les diplomates).

pourquoi et comment l'interlocuteur a choisi tel argument à tel moment, et n'a pas choisi d'énoncer tel autre fait valide ? Bien entendu, il est impensable que ces contraintes suffisent pour que l'on puisse synthétiser des arguments "à partir de rien". Cependant, si nous supposons connus les faits et les règles qui représentent la connaissance des interlocuteurs, alors il doit être possible de concevoir un programme informatique capable de reproduire l'enchaînement des répliques. C'est ce que nous avons tenté avec le programme PARADISE [Dessalles 1990b].

Voici la reconstruction du premier extrait ci-dessus, réalisée par PARADISE à partir d'un ensemble non ordonné de 18 faits et règles (comprenant les règles 1 à 6 ci-dessus). Le programme est capable de tenir les deux rôles, mais nous donnons ici simplement le cas où il joue le rôle de B (*h* représente une entrée manuelle, *P* correspond aux répliques produites par PARADISE ; les numéros des répliques reproduisent ceux de la conversation de référence). Le résultat est donné ici sous forme pseudo linguistique, mais l'important est de noter que PARADISE est capable de produire les bons arguments au bon moment grâce à un *calcul* qui fait jouer aux arguments le rôle exact qu'ils avaient dans la conversation de départ.

- h1* • *on décape les portes*
- *repeindre constitue un travail dingue*
- P3* • On peut éviter que repeindre constitue un travail dingue; il n'y a qu'à considérer que on utilise une brosse métallique
- h4* • *on attaque le bois*
- P3'* • Mais il est possible que le bois des portes n'est pas tendre
- h4'* • *le bois des portes est tendre*
- P4* • Certes... Si le bois des portes est tendre alors on n'utilise pas une brosse métallique sinon on attaque le bois
- P5* • On peut éviter que on décape les portes et que repeindre constitue un travail dingue; il n'y a qu'à considérer que on ponce les portes
- h7* • *il y a plusieurs couches superposées*
- P7* • Mais il est possible que on passe de l'enduit
- h8* • *l'état de surface n'est pas joli*
- P8* • C'est vrai, tu as raison... on décape les portes sinon l'état de surface n'est pas joli puisque il y a plusieurs couches superposées

PARADISE est ainsi capable de produire des arguments pertinents à partir d'une connaissance déclarative qui ne contient aucune indication argumentative. Pour qu'il puisse réaliser ceci, il a fallu le doter des moyens de comprendre la pertinence de chaque réplique reçue, et de calculer des répliques qui soient elles aussi logiquement pertinentes [Dessalles 1990b]. Il est frappant qu'un nombre très limité de stratégies (par ex. PARADISE dispose de trois stratégies de base pour former une invalidation) suffise à mimer une partie importante du comportement conversationnel humain. Ce résultat indique que la structure du dialogue humain spontané n'est peut-être pas si compliquée que ce que la tradition linguistique a pu laisser entendre dans le passé, et qu'il n'est pas déraisonnable de chercher à doter des systèmes opérationnels d'une partie de la compétence dialogique humaine. C'est ce que nous avons tenté, à une échelle modeste, en développant SAVANT3.

## 5. SAVANT 3 : enseigner par l'argumentation

Le domaine de l'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) est peut-être l'un de ceux dans lesquels l'amélioration des compétences argumentatives de la machine peut avoir la plus forte valeur ajoutée. En effet, l'emploi du langage est indispensable pour l'enseignement des connaissances conceptuelles. Or les systèmes d'EAO courants sont généralement impuissants à

gérer des dialogues argumentatifs avec les apprenants<sup>(3)</sup>, ce qui semble avoir cantonné ces systèmes à l'enseignement de savoir-faire [Bork 1991 ; Dessalles 1990a].

Il est permis de penser que le fait d'instaurer une relation de type argumentatif entre un élève et la machine permettra d'obtenir davantage qu'une meilleure acceptabilité. Non seulement on peut espérer que la relation sera plus agréable pour l'apprenant, parce que plus proche d'une situation naturelle que, par exemple, un dialogue de type question-réponse. Mais l'argumentation aura surtout le rôle essentiel d'amener l'élève à établir et à modifier des liens conceptuels, et lui permettra ainsi d'acquérir réellement de nouvelles connaissances. C'est ce point que nous avons voulu explorer avec le système SAVANT3.

Notre étude des conversations nous a permis de cerner la notion de *pertinence logique*, fondée sur la présence d'une problématique, et l'expérience acquise avec PARADISE nous a donné les moyens algorithmiques d'analyser et de synthétiser des arguments logiquement pertinents. Comment cela va-t-il nous aider pour enseigner des connaissances ? En fait, SAVANT3 va tenter de présenter une problématique à l'étudiant, sous la forme d'un paradoxe, de manière à amener l'étudiant à argumenter à propos des concepts enseignés.

Cette démarche a le mérite d'être simple et originale. SAVANT3 présente en effet deux différences fondamentales avec les systèmes tuteurs courants :

- ❑ SAVANT3 ne suppose pas l'existence *a priori* de bonnes ou de mauvaises réponses. Toute intervention de l'élève doit être argumentée, et la machine est capable d'argumenter les siennes.
- ❑ Aucun aspect du déroulement du dialogue entre un étudiant et SAVANT3 n'est prévu à l'avance. Le programme utilise une connaissance déclarative fournie par l'auteur pour concevoir des arguments pertinents en fonction des répliques de l'étudiant.

Voyons cela sur un exemple. Le dialogue qui suit intervient au début d'un cours de Communications Numériques. Certains concepts comme la notion de symbole numérique viennent d'être présentés, puis une page de texte imprimé est affichée. Le système pose ensuite la question S1. Voici un exemple du genre de dialogue qui peut s'instaurer entre le système (S) et un étudiant (Et).

S1- Est-ce qu'un texte dactylographié peut constituer un message numérique?  
Et1- oui  
S2- D'après ce que j'ai compris: la page de texte peut être considérée comme un message numérique. Il faut choisir des symboles pour décrire chaque détail de la page  
Et2- on prend les caractères  
S3- oui... mm D'après ce que j'ai compris: les points de l'image ne sont pas pris comme symboles. Que pourrait-on coder dans la page, en dehors des caractères typographiques?  
Et3- s'il y avait des dessins?  
S4- D'après vous, on veut coder les figures (schémas, photos, signature) . C'est surprenant, dans la mesure où l'on suppose que les points de l'image ne sont pas pris comme symboles !  
Et4- mais c'est une page dactylographiée  
S5- oui... D'après ce que j'ai compris: on réalise un codage de type TELETEXTE . Il n'y a pas que les caractères typographiques à coder...  
Et5- non  
S6- mais encore?...  
Et6- les marges, les paragraphes

---

<sup>3</sup> Il y a quelques exceptions notables, comme le système WHY [Stevens et al. 1979].

S7- oui... mm Attendez... D'après ce que vous m'avez dit: on veut coder les positionnements (paragraphe, etc.). Je m'avoue quelque peu surpris !  
Et7- *il faut utiliser des codes spéciaux*  
S8- Ah bon!... OK...

Le point remarquable ici est que ce dialogue, comme dans le cas de PARADISE, est entièrement géré par SAVANT3. La connaissance (fournie ici par l'auteur du cours) ne contient absolument aucune indication directe concernant le dialogue lui-même. L'auteur se contente de fournir à la machine des éléments de connaissance sur le sujet, et c'est le programme qui se charge de calculer des arguments à partir de cette connaissance, en fonction des réactions de l'étudiant.

SAVANT3 utilise pour cela une base de connaissances du même type que celle de PARADISE, différente pour chaque sujet (typiquement une quinzaine de règles pour un sujet donné). Pendant l'interaction, de nouveaux faits appris de l'étudiant sont ajoutés à cette connaissance. La stratégie utilisée pour converser avec l'étudiant est assez simple, et ressemble à la stratégie "de piège" (*entrapment strategy*) utilisée dans WHY [Stevens & al. 1979]. Le programme tente à chaque instant de montrer à l'étudiant qu'il s'est contredit (cf. les répliques S4 et S7).

L'un des principaux objectifs de SAVANT3 est d'assurer la pertinence logique de chaque réplique. Notre espoir est que ses répliques seront perçues comme pertinentes par l'étudiant, et ce sera le cas si l'étudiant est conscient de la problématique (ici une contradiction) qui a motivé l'intervention du système. Le programme est toujours capable de justifier la pertinence de ses répliques en énonçant d'autres termes de la contradiction et en continuant de feindre la surprise (comme en S4). Inversement, l'étudiant est constamment invité à émettre des répliques pertinentes, et à observer leur effet logique sur la problématique.

La conversation qui découle de la stratégie "de piège" de SAVANT3 est un moyen de négocier la connaissance. Nous espérons qu'elle se révélera naturelle et agréable pour l'étudiant. Une réplique de celui-ci n'est pas *a priori* considérée comme juste ou fautive. Qu'elle soit sensée ou stupide, le programme fait de son mieux pour l'invalider en donnant des arguments supplémentaires s'il en reste. La conversation cesse lorsque aucune règle de la connaissance ne peut plus conduire à une contradiction [Dessalles 1992].

L'exigence de pertinence a, selon nous, une grande valeur pédagogique. Au cours de nos conversations quotidiennes, nous rappelons à notre mémoire et nous assemblons la connaissance contextuelle pertinente en ce que notre modèle représente ici par un ensemble de formules logiques. C'est sur ce contexte que les répliques successives vont agir. Chaque nouvel élément introduit joue donc un rôle logique dans un contexte. Les interlocuteurs n'ont pas à mémoriser des éléments disparates qui ne seraient pas motivés logiquement, contrairement à ce qui est demandé aux élèves dans les cours traditionnels. La pertinence logique facilite la gestion de notre connaissance. C'est pourquoi nous espérons que les étudiants apprendront mieux en argumentant avec SAVANT3. Ils devraient mieux *comprendre*, car comprendre un concept signifie mettre à jour ses liens logiques avec d'autres concepts, et mieux *mémoriser*, grâce à ces liens et au contexte problématique qui fournit son importance à chaque nouveau concept <sup>(4)</sup>.

---

<sup>4</sup> L'importance de la présence d'une problématique pour la mémorisation est bien illustrée par une expérience de Bransford et Stein [Bransford & Stein 1982].

## 6. Conclusion

Notre sensibilité à toute problématique<sup>(5)</sup>, si manifeste dans les conversations, doit se retrouver dans l'architecture de notre cognition. Cette constatation a des conséquences fondamentales. Nous avons exploré quelques conséquences dans le domaine de l'apprentissage, avec SAVANT3. Ce domaine est essentiel, car il présage d'une utilisation différente des systèmes à base de connaissances : ces systèmes pourront enseigner leurs connaissances, les expliquer en situation, et les utiliser pour critiquer les actions de leur utilisateur.

Notre apport à l'amélioration de tels systèmes réside entièrement dans cette idée concernant la sensibilité humaine aux problématiques. La thèse qui est défendue ici est qu'une connaissance est comprise, puis mémorisée, dès qu'elle est reliée logiquement à un contexte *problématique*. SAVANT3 fonctionne avec comme seul principe celui d'essayer d'amener l'étudiant à s'autocontredire. C'est dans cette situation d'incohérence momentanée que l'étudiant est supposé comprendre et apprendre le plus efficacement.

L'objectif de notre étude est ainsi de montrer à quel point il est important de bien mesurer les contraintes qui limitent notre comportement conversationnel. L'enjeu porte à la fois sur la compréhension du comportement linguistique, sur la compréhension des processus cognitifs spécifiquement humains, et sur la conception de principes d'interaction humain-machine qui ouvrent la voie à de nouvelles applications.

## 7. Références bibliographiques

- Bork Alfred (1991). Learning in the Twenty-first Century: Interactive Technology. In Forte E. N., *Proceedings of Calisce'91*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, pp. 3-14
- Bransford John D., Stein B.S., et al. (1982). Differences in Approaches to Learning: an Overview. *Journal of experimental psychology: General*, vol.111,n° 4, 1982, pp. 390-398
- Dessalles Jean Louis (1985). Stratégies naturelles d'acquisition des concepts et applications E.A.O.. In *actes du colloque COGNITIVA 85*, CESTA, Paris 1985, pp. 713-719
- Dessalles Jean Louis (1990a). Computer Assisted Concept Learning. In Norrie D.H., Six H.-W., *Lecture Notes in Computer Science 438 - Computer Assisted Learning*, Springer-Verlag, Berlin 1990, pp. 175-183
- Dessalles Jean-Louis (1990b). The simulation of conversations. In Kohonen T., Fogelman-Soulié F., *COGNITIVA 90 - Proceedings of the Third Cognitiva Symposium (Madrid)*, North Holland, Amsterdam 1991, pp. 483-492
- Dessalles Jean-Louis (1992). SAVANT3: un système d'EIAO fondé sur l'explication conversationnelle. In *Actes des deuxièmes journées Explication du PRC-GDR-IA du CNRS*, INRIA, Sophia-Antipolis, pp. 77-86
- Dessalles Jean-Louis (1993). Modèle cognitif de la communication spontanée appliqué à l'apprentissage des concepts. *Thèse de doctorat*, Telecom-Paris 93 E 022, 1993
- Grice H.Paul (1975). Logic and Conversation. In Cole P., Morgan J. L., *Syntax and Semantics volume 3: Speech Acts*, Academic Press, New York 1975, pp. 41-58
- Sperber Dan, Wilson Deirdre (1986). *La pertinence*. Les Editions de Minuit, Paris 1989
- Stevens Albert, Collins Allan, Goldin Sarah E. (1979). Misconceptions in student's understanding. *Int. J. Man-Machine Studies* 11, pp. 145-156

---

<sup>5</sup> Dans le sens étroit que nous avons donné à ce terme, c'est-à-dire une incompatibilité logique ou une improbabilité ou une (in)désirabilité, cf. note 1.