SAVANT 3: un système d'EIAO fondé sur l'explication conversationnelle

jean louis Dessalles

Télécom Paris - Département Informatique
46 rue Barrault - 75634 PARIS Cedex 13
Tel.: (1) 45 81 75 29 - Fax: (1) 45 81 31 19
E-✉: dessalles@enst.fr

RESUME : La production d'explications pertinentes par un système artificiel est particulièrement nécessaire lorsqu'il s'agit de transmettre des connaissances à l'utilisateur. Le système d'enseignement SAVANT3 décrit ici repose sur le principe de l'explication conversationnelle telle qu'elle peut être modélisée à partir de l'observation de situations d'explication spontanées. Le mode d'explication exploité dans SAVANT3 fonctionne en deux temps: le système tente d'établir une description de la situation que l'élève puisse reconnaître comme *contradictoire*. L'étudiant a alors la possibilité de donner une issue à cette contradiction sous la forme d'une explication que nous décrirons comme une invalidation logique. Il en résulte un dialogue où l'explication joue un rôle central. Nous justifions cette approche en montrant qu'elle reflète certains mécanismes qui opèrent dans les conversations naturelles, et en analysant les conditions de pertinence de ce type d'explication.

MOTS-CLES: explication - EIAO - conversation - logique - fautes conceptuelles

1. Introduction

Nous décrivons ici comment le système d'assistance à l'apprentissage SAVANT3, développé à Télécom-Paris, utilise les mécanismes d'un certain type d'explication, que nous nommons explication contextuelle, pour soutenir un dialogue avec l'étudiant. Tout d'abord, il est utile de situer SAVANT3 par rapport à d'autres courants de l'EAO, puis de justifier la notion d'explication contextuelle, qui est à la base du système, en montrant qu'elle décrit bien certains phénomènes d'argumentation spontanée. Nous pourrons alors montrer comment ce type d'explication est reproduit dans SAVANT3, avant d'envisager d'éventuelles applications de cette approche aux systèmes à base de connaissances.

2. Corriger des fautes conceptuelles par l'explication

La démarche présentée ici s'inscrit dans le courant initialisé avec des systèmes comme WHY [Collins 1976]. Alors que la plupart des travaux portant sur le développement de systèmes d'aide à l'apprentissage cherchent à faciliter l'acquisition de procédures (skills) en éliminant les bogues procédurales (procedural bugs, cf. [VanLehn 1980, 1988]), un système comme WHY a pour objectif de corriger des fautes conceptuelles (misconceptions, [Stevens 1979]). Cette distinction entre bogues et fautes conceptuelles nous semble fondamentale. Elle correspond à la différence de nature entre procédures et connaissances conceptuelles telle qu'elle ressort déjà dans [Inhelder & Piaget 1965]. Mais surtout, nous avons des raisons de

penser que l'explication, qui a peu d'effet sur les bogues comme l'a montré Sleeman [1989], a un rôle fondamental à jouer dans l'élimination de fautes conceptuelles. Contrairement à Anderson [1992] qui, dans le cas d'acquisition de procédures ("learning by doing"), plaide pour l'explication de solutions correctes à l'exlusion d'explications relatives aux erreurs, nous restons persuadés que l'acquisition de connaissances conceptuelles ("learning by being told") peut être grandement facilitée par l'explication des erreurs (cf. [dessalles 1990a]), suivant en cela la tradition inaugurée par WHY. Le type d'explication employé dans le système SAVANT3 se révèle d'ailleurs être une systématisation de la stratégie de piège (entrapment strategy) décrite dans WHY [Collins 1976].

La forme d'explication que nous considérons ici est hautement dépendante du contexte. Contrairement à l'explication "hors contexte" qui consiste à expliquer un terme ou un phénomène obscur, l'explication que nous avons cherché à utiliser dans SAVANT3 est de type "contextuelle": elle suit une situation de contradiction, c'est-à-dire une incompatibilité logique entre les attentes du sujet et ce qu'il (elle) constate. L'explication consiste alors à résoudre la contradiction. Le choix de ce type d'explication contextuelle résulte du raisonnement suivant: (1) ce type d'explication semble cognitivement plausible, dans la mesure où nous l'avons observé dans les conversations spontanées. Les interlocuteurs manifestent fréquemment ce qu'ils ressentent comme des incompatibilités, et leurs vis-à-vis s'empressent de leur fournir des solutions. (2) ce type d'explication contextuelle est fortement contraint d'un point de vue logique, ce qui permet à un système comme SAVANT3 de fournir des explications qui, nous l'espérons, seront ressenties comme pertinentes, et de comprendre les explications de l'étudiant.

3. Exemples d'explications conversationnelles

L'étude des conversations spontanées (cf. [dessalles 1990b]) nous a montré l'importance de l'explication contextuelle dans le fonctionnement de nos interactions langagières les plus courantes. Considérons l'extrait réel suivant:

contexte: Beaucoup de gens préfèrent acheter des poulets "garantis fermiers" qui sont pourtant beaucoup plus chers. A s'étonne de ce comportement, puisque "garanti fermier" ne sont que des mots, et non une véritable garantie.

A1- Alors ce qui impressionne les populations, c'est le mot garantie. Un gars qui fait des poulets d'élevage, il met garanti fermier, alors tout le monde se précipite.

B1- Mais il y a des labels.

A2- Oui, mais garantis par qui?

B2- Mais ils le disent, par qui, parfois... par la chambre syndicale des...

A s'étonne du comportement des gens qui achètent (plus cher) à cause de la simple mention "garanti fermier". B tente une explication de ce comportement, en invoquant la présence de labels garantissant cette mention. Pour mettre en évidence la contradiction émise par A (et perçue par B), il suffit de donner une traduction logique du contexte de A1, c'est-à-dire une représentation locale du sens à l'aide d'un formalisme logique simple:

[achat_dû_à(**Mention**) **& non** garanti(**Mention**)] $\Longrightarrow$ **F**
achat_dû_à(mention_poulet_fermier).
non garanti(mention_poulet_fermier).

Ici **F** représente une proposition toujours fausse, et ([*a* & *b*] $\Longrightarrow$ **F**) signifie donc que *a* et *b* sont incompatibles. A manifeste bien un étonnement que nous pouvons décrire comme

étant de nature logique. B tente d'*expliquer* la situation paradoxale en niant l'un des termes de la contradiction, **non** garanti(mention_poulet_fermier), au moyen de la connaissance suivante:

[label(**L**) **&** accompagne(**L**,**Mention**) **&** garanti(**L**)] ⟹ garanti(**Mention**)

L'explication est donc produite ici par une **invalidation directe**, c'est-à-dire qu'elle nie l'un des termes effectivement présents dans la contradiction, le terme instancié ***non*** *garanti(mention_poulet_fermier)*. Nous allons montrer avec l'extrait suivant que la résolution de l'incompatibilité peut être obtenue d'une autre manière:

[télévision 21-02-92]
commentateur A- *Formidable Surya Bonaly, qui vient de réaliser, pour la première fois dans l'histoire du patinage, une qua-dru-ple boucle et qui ne s'est pas contentée de cela. Elle a passé [... quatre triples sauts]*
[...] [les notes techniques s'affichent]
commentateur B- *Quelle déception. Quelle déception.*
commentateur A- *Oh la la la la la la la la la la la!*
commentateur B- *Quelle déception!*
commentateur A- *5.1 de la part de la juge anglaise! Alors là, il y a une chose que l'on a du mal à comprendre. [silence 4 secondes]*
commentateur B- *L'explication vient peut-être de la réception des sauts. [silence 6 secondes]*
commentatrice - *de la réception et aussi de la préparation. C'est-à-dire qu'il y a toujours un petit blocage dans sa préparation.*

Le schéma est au départ le même que précédemment. L'étonnement vient de la contradiction entre les prouesses techniques réalisées par S. Bonaly et la faiblesse de la note technique octroyée:

[prouesses_techniques **&** note_technique_faible] ⟹ **F**

Mais l'explication (noter le mot "explication" spontanément employé par le deuxième commentateur) est produite ici par une **invalidation indirecte** qui infirme une prémisse absente au départ. En effet, dans notre représentation, la formule précédente doit être remplacée après les deux dernières répliques par quelque chose comme:

[prouesses_techniques **&** **non** défaut_majeur **&** note_technique_faible] ⟹ **F**

L'incompatibilité de départ n'a donc plus cours, car une prémisse insatisfaite avait été omise. Mentionner a posteriori quelque chose qui apparaît comme un défaut majeur apparaît ainsi pour les commentateurs comme un moyen de résoudre la contradiction.

Le fait que les types d'explication que nous venons de décrire soit situés par rapport à une contradiction (que nous appellerons *contradiction* ou *clause de référence*) fait de ce genre d'explication un phénomène fortement contraint. Si on exprime la contradiction de référence de la manière suivante:

[p_1 **&** p_2 **& . . . &** p_n] ⟹ **F**

alors une explication contextuelle *q* est admissible si et seulement si:

- soit q = ***non*** p_i ou bien q permet de démontrer ***non*** p_i (invalidation directe)
- soit *[* p_1 **&** p_2 **& . . . &** p_n **&** ***non*** q *]* ==> ***F*** peut être accepté par l'interlocuteur comme étant la règle correcte (invalidation indirecte)

On peut considérer que ce type de contrainte modélise la *pertinence logique* de l'explication contextuelle q. L'invalidation indirecte peut être considérée à juste titre comme "plus riche", dans la mesure où elle amène des éléments nouveaux. Il est important de noter que ce qui la caractérise, c'est qu'elle mentionne un fait non seulement absent de la contradiction initiale, mais surtout qui puisse être **reconnu** et accepté par le premier locuteur comme une prémisse oubliée. C'est ce qui en fait une opération fortement contrainte, au point qu'il est envisageable qu'un système artificiel puisse reconnaître et émettre des invalidations même indirectes. Soit des prémisses sont volontairement omises par le système (ce sera le cas de SAVANT3), soit le système dispose de deux niveaux de connaissance d'accessibilité différente (cas de l'EBL), et une contradiction au niveau superficiel peut disparaître par la présence de prémisses non satisfaites au niveau profond.

Il reste à mentionner une dernière situation dans laquelle l'interlocuteur (ou l'observateur) ressent qu'une explication est donnée, alors qu'il s'agit d'une simple **explicitation** du contexte contradictoire:

H1: Tu es bien du Sud-ouest? Est-ce que la Dordogne fait partie de la Gascogne?
I1: Non. Ca fait partie de l'Aquitaine, mais la Gascogne, c'est plus au sud.
H2: Parce que dans Cyrano de Bergerac, ils présentent Cyrano comme un Gascon.

Bergerac étant en Dordogne, H s'étonne de ce que Cyrano soit qualifié de gascon. Il y a contradiction logique entre le fait d'appartenir à la Dordogne et le fait d'être qualifié de gascon, sachant que la Dordogne est hors de la Gascogne. Bien qu'aucune des répliques émises ne porte atteinte à cette contradiction, H2 apparaît bien comme une explication (on imagine que H2 anticipe un "pourquoi?" de I). Son rôle est de permettre à I de percevoir la contradiction qui a motivé H1.

Ces trois extraits nous permettent de constater qu'une explication contextuelle est produite non seulement lorsqu'une contradiction est levée par une invalidation directe ou indirecte, mais aussi, à l'inverse, lorsqu'une contradiction est explicitée. Nous allons montrer comment ce mécanisme de l'explication contextuelle peut être transposé à une situation d'EAO, et plus généralement à l'utilisation d'un système à base de connaissance.

4. La génération et la reconnaissance d'explications dans SAVANT3

L'explication contextuelle dont nous avons cherché à tirer parti dans SAVANT3 repose donc, en accord avec nos observations des conversations, sur l'établissement préalable d'une contradiction. Le système va donc poser des questions ou émettre des répliques qui visent en fait à amener l'étudiant à préciser (instancier) la situation jusqu'à ce que le système puisse établir une incompatibilité.

Nous pouvons observer cette stratégie dans l'extrait suivant, qui porte sur la périodicité d'une sinusoïde discrète $\cos[2\pi F_1\ n]$. Ce signal est périodique si et seulement si F_1 est rationnelle. Cette propriété mathématique peut donner lieu à un dialogue comme celui-ci entre la machine (M) et l'étudiant (E):

M1: Le signal cos[2πF$_1$ n] (pour F$_1$ donnée) est-il périodique ?
E1: oui
M2: D'après ce que j'ai compris: le signal cos[2πF$_1$ n] (pour F$_1$ donnée) est périodique.
On pourrait prendre par exemple F$_1$ = 1/2π .
E2: oui
M3: mais encore ?...
E3: ça fait cos[n]
M4: Peut-on dire que cos[n] est périodique?
E4: [non]
M5: Attendez... D'après ce que vous m'avez dit:
- le signal cos[2πF$_1$ n] (pour F$_1$ donnée) est périodique
- cos[n] n'est pas périodique
Je m'avoue quelque peu surprise !
E5: F$_1$ doit être entière
M6: D'après ce que j'ai compris: F$_1$ est un entier. cos[2πF$_1$ n] risque de ne pas beaucoup ressembler à une sinusoïde !
E6: pourquoi?
M7: Mais cela pose un problème... sauf si vous considérez que cos[2πF$_1$ n] est un signal constant ...
E7: F$_1$ doit être l'inverse d'un entier
M8: oui... mmm... D'accord...

Afin de commenter le fonctionnement de SAVANT 3 pendant cet extrait, nous donnons ci-dessous les principales règles dont dispose le système sur ce sujet. Ces règles sont présentées (et utilisées par le système) sous forme d'incompatibilités. Par exemple la règle n°2 indique qu'il est impossible que F1 soit rationnelle et que la sinusoïde ne soit pas périodique. Le chiffre entre parenthèses indique si la règle doit être considérée comme du bon sens (valeur 1) ou non.

SAVANT3 utilise un moteur en chaînage arrière écrit en Prolog. Actuellement, ce moteur fonctionne de la manière suivante. Pour démontrer une proposition *p*, il recherche *non p* dans une règle de la base. Si (*non p*) $\Longrightarrow$ **F** est une règle de la base, la démonstration est terminée. Si *non p* est trouvée dans une règle en conjonction avec d'autres termes, le moteur cherche à démontrer ces termes sans utiliser *p* ni *non p*. Enfin si *non p* n'est pas trouvée, la démonstration échoue. Ce moteur travaille donc en monde ouvert (les démonstrations d'un terme et de sa négation peuvent toutes deux échouer). Les faits appris en cours d'interaction avec l'étudiant sont ajoutés au fur et à mesure à la base de règles (dans la mesure où ils sont compatibles avec celle-ci).

La stratégie employée au départ par SAVANT3 pour gérer le dialogue consiste à essayer de valider une incompatibilité. Pour cela, il va sélectionner, parmi les règles qui ne sont pas de bon sens, la plus "prometteuse", c'est-à-dire la règle valide qui contient le plus grand pourcentage de terme connus (une règle est valide si aucun de ses termes n'est démontrable comme étant faux). Cette règle va provisoirement devenir la clause de référence. Au départ du dialogue précédent, c'est la règle 1 qui est sélectionnée: le système connaît en effet le deuxième terme, "cos[n] n'est pas périodique ", car il peut le démontrer avec les règles 11, 13 et 14.

règle 1 (0):
le signal cos[2πF1 n] (pour F1 donnée) est périodique
cos[n] n'est pas périodique
la fréquence F1 n'est pas rationnelle

règle 2 (0):
la fréquence F1 est rationnelle
le signal cos[2πF1 n] (pour F1 donnée) n'est pas périodique

règle 3 (0):
cos[2πF1 n] vient de l'échantillonnage de cos(2πfo t)
la fréquence F1 n'est pas rationnelle
la fréquence d'échantillonnage fe est multiple de fo

règle 4 (1):
cos[2πF1 n] vient de l'échantillonnage de cos(2πfo t)
F1 n'est pas un entier
la fréquence d'échantillonnage fe est diviseur de fo

règle 5 (0):
F1 est un entier
cos[2πF1 n] n'est pas un signal constant

règle 6 (0):
l'échantillonnage a lieu dans les conditions de Nyquist
la fréquence d'échantillonnage fe est diviseur de fo

règle 7 (1):
F1 est un entier
la fréquence F1 n'est pas rationnelle

règle 8 (1):
la fréquence d'échantillonnage fe est diviseur de fo
la fréquence d'échantillonnage fe est multiple de fo

règle 9 (0):
cos[2πF1 n] ne vient pas de l'échantillonnage de cos(2πfo t)

règle 10 (0):
cos[2πF1 n] vient de l'échantillonnage de cos(2πfo t)
F1 est un entier
la fréquence d'échantillonnage fe n'est pas diviseur de fo

règle 11 (1):
cos[n] est périodique
cos[0] est égal à 1
cos[n] n'est pas égal à 1 pour n non nul

règle 12 (1):
cos[2πF1 n] est un signal constant
F1 n'est pas un entier

règle 13 (0):
cos[n] est égal à 1 pour n non nul

règle 14 (1):
cos[0] n'est pas égal à 1

règle 15 (1):
la fréquence F1 est rationnelle
la fréquence F1 est quelconque

règle 16 (1):
le signal cos[2πF1 n] (pour F1 donnée) n'est pas périodique
la fréquence F1 n'est pas rationnelle
cos[n] est périodique

En M1, le programme énonce une phrase associée par l'auteur à la proposition à valider: "le signal cos[2πF_1 n] (pour F_1 donnée) est périodique". Dans la deuxième partie de M2, il fait de même pour amener l'élève à valider le deuxième terme de la règle 1 (ce deuxième terme est connu du programme, mais n'a pas été exprimé par l'étudiant). M2 a donc pour objectif d'amener l'étudiant à préciser si cos[n] est périodique, ou mieux, à lui permettre d'anticiper la contradiction.

SAVANT3 détecte des mots-clés dans les réponses de l'étudiant, ainsi que la présence d'une négation. Il ne reconnaît pas E3, et propose le choix fermé M4. Après E4, tous les termes de la clause de référence sauf un sont validés. SAVANT3 peut donc s'étonner en M5. Mais l'*explication* E5 invalide la clause de référence grâce à la règle 7.

Le programme change alors de clause de référence, et se porte sur la règle 5. La deuxième partie de M6 est une phrase associée par l'auteur à la deuxième proposition de la règle 5. Après E6, perçue comme une demande d'*explicitation*, le programme livre le terme suivant de sa clause de référence en M7. Mais l'élève change d'avis en E7. Le programme comprend que F_1 est rationnelle non entière, et il arrête la conversation car toutes les règles se trouvent invalidées.

L'argumentation dépend des répliques de l'élève, qui a toujours plusieurs solutions pour rester cohérent. Ici par exemple l'élève aurait pu assumer le choix "F_1 entière", mais la machine aurait argumenté à propos de la fréquence d'échantillonnage. Il aurait pu aussi faire le choix "cos[$2\pi F_1 n$] non périodique", etc.

Il importe ici de noter l'importance de l'explication dans ce type de dialogue. En E5, l'élève *explique* la situation qui provoque l'étonnement manifesté par le programme: si F_1 est entière, il n'y a plus lieu d'être surpris, car le cas particulier $F_1 = 1/2\pi$ est alors exclu. En E6, c'est l'élève, cette fois, qui manifeste son incompréhension: cos[$2\pi F_1 n$] est par définition une sinusoïde. Il/elle ne voit pas que c'est un signal constant si F_1 a une valeur entière, ce que la machine *explique* en M7.

Nous retrouvons ainsi les deux principales sources d'explication que nous avons pu observer dans les conversations: *l'explication de l'élève*, comme invalidation de l'étonnement de la machine, et *l'explication de la machine*, comme explicitation de son propre étonnement. Une fois la contradiction de référence établie, la gestion des explications devient aisée. Le système peut expliquer son étonnement en livrant un ou plusieurs termes de la contradiction (cf. M7), ou reconnaître la réplique de l'élève comme une explication valide (E5 et E7). La reconnaissance d'invalidations de type indirect est rendue possible par l'omission volontaire de certaines prémisses. Dans l'exemple précédent, le caractère rationnel de F_1 ($3^{ème}$ terme de la règle 1) est inconnu du programme, ce qui ne l'empêche pas de s'étonner prématurément en M5. La réplique E5 ("F_1 entière") qui invalide "F_1 non rationnelle" est donc reconnue comme une invalidation indirecte.

SAVANT3 a déjà été testé dès 1988, ce qui a permi de cerner certaines limitations. Il a subi depuis des modifications assez profondes. La principale difficulté rencontrée concerne la contradiction de référence: le type d'interaction qu'il essaie d'instaurer repose en effet entièrement sur la perception par l'élève de la contradiction exprimée dans la clause de référence. C'est cette perception qui garantit la pertinence logique, pour l'étudiant, des répliques de la machine (ce qui n'est pas le cas pour M2) et de ses étonnements (ce qui est le cas pour M5, mais pas pour M6). Il s'agit là d'un problème délicat qui nécessite des expérimentations avec des étudiants. L'un des principaux moyens utilisés actuellement pour tenter de remédier au problème consiste à rappeler les termes connus de la clause de référence (comme en première partie de M2, M5, M6).

Par ailleurs, de par sa conception même, SAVANT3 a un domaine d'emploi limité. Tout d'abord, comme nous l'avons dit plus haut, il est destiné à l'acquisition de concepts (ou à l'élimination de fautes conceptuelles), ce qui exclut les situations d'acquisitions purement procédurales. Ensuite, le dialogue entre l'étudiant et le système n'est possible que si tous deux manipulent les mêmes concepts (i.e. les propositions contenues dans les règles de la base de connaissances) et que l'étudiant connaît en partie la sémantique de ces concepts (i.e. certaines des règles de la base, avec éventuellement des termes manquants). De telles conditions exigent que le contexte de l'interaction pédagogique soit fortement cadré. Si elles ne sont pas remplies, l'interaction échoue immanquablement.

SAVANT3 ne se préoccupe pas de la négociation des objectifs du dialogue, contrairement à d'autres systèmes comme KANT [Baker 1991a]. Il y a deux raisons à cela. Premièrement, nous ne sommes pas ici en situation de résolution de tâche, et la notion d'objectif est donc moins évidente. Deuxièmement, le pari qui est à la base de l'approche est que l'élève sera motivé par le sentiment que ses déclarations sont contradictoires, comme le sont les

interlocuteurs dans les conversations spontanées (M. Baker [1991b] indentifie aussi le "conflit interne" comme générateur d'actes dialogiques dans des dialogues de résolution de problème). Tout la difficulté, comme on l'a dit, est donc de parvenir à faire ressentir cette contradiction le plus rapidement possible.

5. SAVANT3 et les Systèmes à Base de Connaissances

Lorsque la communication est régie par les contraintes imposées par le récepteur (cf. [dessalles 1992]), comme cela semble être le cas dans les conversations, les explications émises semblent systématiquement être intégrées dans une contradiction ou résoudre une contradiction. C'est ce que nous avons cherché à garantir avec SAVANT3. On peut imaginer d'appliquer le même principe aux interactions avec les systèmes à base de connaissances. L'approche ainsi suggérée serait assez différente et complémentaire des approches classiques qui consistent à expliquer un raisonnement déjà effectué à partir de sa trace déductive.

L'explication contextuelle naît de l'établissement d'une contradiction de référence. Dans le cas des SBC, on peut imaginer que celle-ci soit établie en premier lieu par l'expert, par le système lui-même, ou par son utilisateur.

origine de la contradiction	*phase d'utilisation du SBC*
système	élicitation
expert	maintenance
utilisateur	exploitation (expertise ou système d'aide)

L'expert, dans les phases d'élicitation et de maintenance, répond par des explications (i.e. des invalidations logiques) aux contradictions que la machine détecte ou reconnaît au moyen de sa connaissance dans la situation présentée, ce qui provoque un enrichissement de la base. Inversement, l'utilisateur d'un SBC ou d'un système d'aide profite des explications que le système fournit en tentant d'invalider une situation qui est présentée par l'utilisateur comme incohérente.

Toutes ces situations correspondent fondamentalement à une démarche de "chaînage arrière". Si l'on cherchait à transposer les principes qui soutendent SAVANT3, on pourrait imaginer que système parte de la contradiction (détectée ou reconnue), puis tente de l'expliquer, ou d'en accepter une explication, selon des mécanismes bien distincts:

- soit l'un des termes de la contradiction et faux, et le système peut émettre ou accepter une invalidation de type direct.
- soit la contradiction n'est pas "saturée": un de ses termes non mentionées est faux ou inconnu, et le système peut émettre (ou accepter) une invalidation indirecte.
- soit tous les termes de la contradiction sont des faits ou sont déduits, et le système peut remonter une étape de raisonnement et remettre en question certains faits ou l'application de certaines règles.

Le système SAVANT3 est toutefois un SBC un peu particulier. Par exemple, il ne comporte aucune distinction entre les règles d'inférence et contraintes de cohérence (tout se passe comme si SAVANT3 ne comportait que des "règles de production de l'incohérence" comme celle qui sont introduites dans le système COVADIS tel qu'il est décrit dans [Ayel 1990]). SAVANT3 ne comporte pas non plus, comme on l'a vu, de règles stratégiques. Mais si l'on voulait en intégrer, il faudrait le faire explicitement, comme l'a montré Clancey [1981] en créant GUIDON, de manière à pouvoir s'étonner de choix stratégiques effectués par l'étudiant.

Si l'on souhaite permettre à un SBC de situer certaines de ses explications par rapport à un étonnement, on doit envisager certaines répercussions sur la conception du système et sur son utilisation: l'étonnement doit être partageable. Le système doit disposer pour cela de connaissances explicites dépassant celles qui lui sont strictement nécessaires pour conduire ses inférences (règles de cohérence et stratégiques). On peut même aller plus loin et ne pas discerner ces trois types de connaissances (inférentielle, cohérence, stratégique) dans le module d'explication, puisque toutes peuvent mener à des étonnements.

De plus, le partage de l'étonnement n'est possible que si le système se met à la portée de son utilisateur. L'étude logique de l'explication conversationnelle permet ainsi de confirmer dans le détail une idée intuitive souvent rappelée: une communication conceptuelle basée sur l'explication n'est possible qu'entre deux entités disposant de connaissances déjà très proches. Dans notre modèle, l'étudiant doit absolument être conscient de la contradiction par rapport à laquelle SAVANT3 se situe. Cela exige en particulier que le système manipule les mêmes concepts que l'étudiant (ce qui exclut les termes obscurs), et que la plupart des règles soient partagées.

Dans le cas des SBC, cette exigence a peu de chances d'être satisfaite, du fait de la distance entre règle d'inférence et règle logique. Certaines règles d'un SBC ont une justification heuristique ou statistique. Elle traduisent l'expertise et ont peu de chances d'être connues de l'utilisateur. De plus, l'explication d'un étonnement nécessite que toutes ses prémisses soient explicitables. Or il est fréquent que des prémisses "toujours vraies" soient omises des règles d'inférence.

On peut imaginer toutefois des situations où le type d'explication utilisé dans SAVANT3 soit utile dans un SBC. Ce seront nécessairement des situations où les connaissances du système et celles de son utilisateur seront extrêmement proches: dialogue expert-SBC, système d'aide contextuelle avec modèle des connaissances de l'utilisateur, etc..

Conclusion

L'objectif de cette présentation du système SAVANT3 était de montrer la mise en oeuvre d'un type particulier d'explication, que nous avons appelée explication contextuelle. Il s'agissait de souligner son caractère "naturel" en montrant qu'elle était spontanément produite dans les conversations, puis de la modéliser pour la rendre accessible à un système d'enseignement. Bien que la transposition aux SBC de ce type de mécanisme explicatif pose de nombreux problèmes, nous avons voulu suggérer que cette approche pouvait, dans certaines circonstances, présenter un intérêt comme composante d'un module d'aide ou d'explication.

Références

Anderson John R. (1992): *Interview, by J. Sandberg and Y. Barnard*, AIcommunications vol. 5 n° 1, 1992, pp. 28-31

Ayel Marc, Rousset M-Christine (1990): *La cohérence dans les bases de connaissances*, Editions CEPADUES, Toulouse 1990

Baker Michael (1991a): *Modelling Negotiation in Intelligent Teaching Dialogues*, to appear in Elsom-Cook M., Moyse R.: *Knowledge Negotiation*, Paul Chapman Publ., Londres 1991

Baker Michael (1991b): *An Analysis of Cooperation and Conflict in students' clooaborative explanations for Phenomena in Mechanics*, in Tiberghien A., Mandl H.: *Knowledge Acquisition in Physics & Learning Environments*, Springer Verlag, 1991

Clancey William J. (1981): *Methodology for Building An Intelligent Tutoring System*, STAN-CS-81-894, Stanford University, Stanford 1981

Collins Allan (1976): *Processes in Acquiring Knowledge*, in Anderson, Spiro and Montague: *Schooling and Acquisition of Knowledge*, Erlbaum Assoc., Hillsdale NJ 1976

Dessalles Jean-Louis (1991): *Conversation Assisted Learning: The SAVANT3 Dialog Module*, dans Forte Eddy N.: *Proceedings of Calisce'91*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne 1991, pp. 159-165

Dessalles Jean-Louis (1990): *The simulation of conversations*, dans Kohonen Teuvo, Fogelman-Soulié Françoise: *COGNITIVA 90 - Proceedings of the Third Cognitiva Symposium (Madrid)*, North Holland, Amsterdam 1991, pp. 483-492

Dessalles Jean-Louis (1992): *L'incidence logique de l'interaction dans la communication d'informations*, Technologies Idéologies Pratiques Vol. X n° 2-4, Aix-en-Provence 1992

Inhelder Bärbel, Piaget Jean (1979): *Procédures et structures*, Archives de psychologie, XLVII, 181, 1979, pp. 165-176

Sleeman Derek, Kelly A.E., Martinak R. (1989): *Studies of Diagnosis and Remediation with High School Algebra Students*, R.D. Ward, J.L. Moore - Cognitive Science 13, 1989, pp. 551-568

Stevens Albert, Collins Allan, Goldin Sarah E. (1979): *Misconceptions in student's understanding*, Int. J. Man-Machine Studies 11, 1979, pp. 145-156

VanLehn Kurt, Brown John Seely (1980): *Planning Nets: A Representation for Formalizing Analogies and Semantic Models of Procedural Skills*, in R.E. Snow, P.A. Frebenco, W.E. Montague eds: Aptitude, Learning ans instruction - LEA, 1980, pp. 95-137

VanLehn Kurt (1988): *Toward a Theory of Impasse-Driven Learning*, dans Mandl Heinz, Lesgold Alan: *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*, Springer Verlag, Berlin 1988, pp. 19-41