

---

# Comment faire apprendre des connaissances abstraites à partir d'exemples : application au projet AMBRE

**Sandra Nogry**

*LIRIS - Université Lyon 1  
Bat Nautibus, 8 bd Niels Bohr, La Doua  
69622 Villeurbanne Cedex  
snogry@bat710.univ-lyon1.fr*

## 1. Introduction

L'étude présentée ici est réalisée dans le cadre du projet AMBRE dont le but est de concevoir un environnement d'apprentissage fondé sur le raisonnement à partir de cas pour apprendre des connaissances abstraites (plus précisément des méthodes). Cet article a pour objectif de présenter les questions qui se posent dans la conception d'un tel environnement et les réponses que la psychologie cognitive peut y apporter.

Dans un premier temps, nous présenterons les fondements du projet AMBRE et les premiers travaux déjà réalisés. Ensuite, nous aborderons différentes études portant sur l'apprentissage à partir d'exemples en psychologie cognitive et nous proposerons des recommandations issues de ces études.

## 2. Présentation du projet AMBRE

L'objectif du projet AMBRE [GUIN-DUCLOSSON et al. 02] est de concevoir un environnement informatique fondé sur le Raisonnement à Partir de Cas (RàPC) [KOLODNER 93] pour l'acquisition de méthodes en résolution de problèmes. Les méthodes dont nous parlons ont été proposées dans le cadre d'études de didactique des mathématiques [ROGALSKI 94]. Dans un domaine donné, ces méthodes permettent de choisir la technique de résolution la mieux adaptée au problème à résoudre en se basant sur un classement des problèmes et des outils de résolution. Dans certains domaines, il est difficile d'apprendre explicitement les classes de problèmes et techniques de résolution associées. Nous proposons donc de concevoir un environnement d'apprentissage dans lequel l'apprenant construit sa propre méthode au cours d'une activité de résolution de problèmes dans laquelle il est guidé par les étapes du RàPC. À travers ce projet, nous voulons montrer la possibilité de faire acquérir des connaissances abstraites à partir d'exemples dans le cadre d'un Environnement Informatique d'Apprentissage Humain (EIAH).

L'utilisation du RàPC dans AMBRE consiste dans une première phase à présenter des exemples résolus de différentes classes (problèmes types), puis, dans une

seconde phase, à proposer une activité de résolution de problème guidée suivant différentes étapes présentées ci-dessous :

- Reformulation : après avoir lu l'énoncé d'un nouveau problème, l'apprenant doit le reformuler et mettre ainsi en évidence les traits pertinents pour la résolution.
- Remémoration : l'apprenant doit choisir parmi les problèmes prototypes de chaque classe un problème qui semble se résoudre comme le nouveau problème.
- Adaptation : l'apprenant construit la solution du problème à résoudre en adaptant celle du problème prototype qu'il a choisi auparavant.
- Mémorisation : l'apprenant doit identifier le problème qu'il a résolu comme appartenant au même groupe que l'un des problèmes prototypes déjà rencontrés ou, au contraire, le considérer comme un nouveau problème prototype.

Pour réaliser ce projet nous avons tout d'abord élaboré une première maquette sur le domaine du dénombrement que nous avons testée avec deux classes de terminale afin d'évaluer l'impact de l'utilisation du RàPC sur l'apprentissage [NOGRY et al. 02]. Cette évaluation ne nous a pas permis de conclure que le RàPC augmentait de manière sensible l'apprentissage de méthodes. Elle nous a cependant permis de mettre en évidence des problèmes d'utilisabilité de la maquette et certaines difficultés rencontrées par les apprenants. Nous avons également réalisé une seconde maquette sur le domaine des problèmes additifs en primaire.

Afin de faire de nouvelles propositions pour la conception de l'EIAH, nous avons fait des recherches en psychologie cognitive sur l'apprentissage à partir d'exemples pour mieux identifier les mécanismes d'acquisition de connaissances abstraites à partir d'exemples.

### **3. Apprentissage à partir d'exemples en psychologie cognitive**

De nombreuses études se sont intéressées à l'apprentissage de connaissances abstraites à partir d'exemples. Ces études proposent aux participants une première phase d'apprentissage qui consiste à étudier des exemples puis une phase test qui propose de résoudre des problèmes plus ou moins proches des exemples présentés.

Les premières études réalisées se sont intéressées à l'acquisition de connaissances abstraites uniquement lors de la phase d'analyse des exemples. Deux processus d'acquisition ont été identifiés :

- Lorsque plusieurs exemples isomorphes sont présentés, une activité de comparaison peut permettre de détecter des similitudes entre ces problèmes et permet ainsi l'acquisition de connaissances abstraites [CUMMINS 92].
- Lorsqu'un seul exemple est présenté, la construction de connaissances abstraites est aussi possible grâce à des processus explicatifs sur cet exemple [CHI *et al.* 89] : l'apprenant s'explique à lui-même l'exemple ou anticipe en résolvant lui-même l'exemple et en comparant sa réponse à la résolution proposée.

Néanmoins, une telle généralisation n'a pas toujours lieu lors de l'analyse des exemples. Si des connaissances abstraites n'ont pas été acquises pendant cette première phase, l'apprenant peut tout de même construire la solution d'un problème proche par analogie en adaptant un exemple spécifique. Cette activité d'adaptation

peut elle-même être source de généralisation [ROSS & KENNEDY 90], même si ce n'est pas systématique [REED 89].

D'autres études sur l'apprentissage à partir d'exemples faisant le lien entre les conditions de présentation des exemples et les performances lors de la résolution de problèmes transferts nous ont permis de mettre en évidence des conditions favorisant l'acquisition de connaissances abstraites à partir d'exemples. Nous allons présenter quelques-unes des recommandations pour la conception de l'EIAH AMBRE issues de ces études.

#### 4. Recommandations issues de la psychologie cognitive

Pour acquérir des méthodes, la seule présentation des exemples n'est pas suffisante. Dans l'environnement AMBRE, la résolution de problèmes guidée par les étapes du RàPC devrait favoriser cette acquisition. Toutefois on a vu dans l'expérimentation préliminaire ainsi que dans les études de psychologie que le RàPC ne conduit pas systématiquement à généraliser des connaissances. C'est pourquoi nous avons étudié la manière de présenter les différentes étapes et les activités qu'elles impliquent afin de favoriser cette acquisition de connaissances abstraites.

La première phase correspond à la présentation des exemples. Pour cette phase, il semble important de favoriser l'assimilation de ces exemples. Pour ce faire, On pourrait inciter l'apprenant à faire une activité d'auto-explications [CHI et al. 89] sur les exemples en structurant les exemples par la mise en évidence de buts et de sous-buts grâce à des « étiquettes » [CATRAMBONE 96].

Après avoir déterminé comment présenter les exemples, une autre question se pose : quels exemples présenter ? Les contraintes de temps d'utilisation du logiciel incitent à ne présenter qu'un seul exemple par classe de problèmes. Dans cette perspective, l'assimilation des exemples peut être favorisée si les exemples proposés sont identiques du point de vue des traits de surface et ne diffèrent que par un seul trait capital pour la résolution (principe du plus proche contraste) [GICK & PATTERSON 92]. En effet, la présentation de problèmes résolus à l'apparence très proche peut faciliter la notification des similarités et des différences [ROSS 89].

Durant la phase de résolution, les apprenants sont novices et ne sont d'abord capables de résoudre que des problèmes ayant des traits de surface proches des problèmes déjà rencontrés [COOPER & SWELLER 87]. Nous proposons donc de présenter en premier lieu des problèmes ayant des traits de surface proches des problèmes types. Ceci n'est pas contradictoire avec la capacité à acquérir des connaissances abstraites du fait que cette acquisition peut se faire lors de l'activité d'adaptation [ROSS & KENNEDY 90 ; NOVICK & HOLYOACK 91].

Les différentes recommandations sur le choix des différents problèmes présentés ou à résoudre ne peuvent avoir un effet sur l'apprentissage que si les apprenants sont actifs face à ces problèmes. Citons l'exemple de l'adaptation qui peut conduire à une généralisation, mais essentiellement si les apprenants essaient délibérément d'extraire des connaissances abstraites lorsqu'ils adaptent [DIDIERJEAN à paraître]. Cela nous amène donc à réfléchir aux activités réellement menées par les apprenants durant les différentes étapes du RàPC. Ainsi, nous essayons actuellement de reprendre les différentes étapes afin de mettre en évidence les activités réalisées

par les apprenants. Nous pourrions ainsi mieux contrôler les activités réalisées en modifiant au besoin les consignes ou le format de présentation des informations.

Il est à noter que les résultats qui ont permis de faire ces propositions proviennent d'études expérimentales effectuées dans des conditions très contrôlées. Comme notre environnement d'apprentissage est destiné à être utilisé dans des contextes variés, il est nécessaire d'évaluer la pertinence de ces propositions dans des conditions d'expérimentation écologiques.

## 5. Conclusion

Nous avons présenté dans cet article les problématiques qui se posent dans le projet AMBRE et quelques propositions appuyées par des études en psychologie cognitive pour la conception de cet environnement d'apprentissage. Ces propositions sont actuellement en cours d'implémentation dans une maquette qui sera prochainement testée en classe. Nous préparons également de nouvelles expériences en psychologie cognitive afin de mieux comprendre les conditions dans lesquelles le RàPC conduit ou non à la généralisation de connaissances.

## 6. Bibliographie

- [CATRAMBONE 96] CATRAMBONE R., « Generalizing Solution Procedures Learned From Examples. », *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 22, 1996, p.1020-1031.
- [CHI et al. 89] CHI M. T. H., BASSOK M., LEWIS R., REIMANN P., GLASER R. «Self-Explanations : How Students Study and Use Examples in Learning to Solve Problems. », *Cognitive Science*, vol. 13, 1989, p.145-182.
- [COOPER & SWELLER 87] COOPER G., SWELLER J., « The Effects of Schema Acquisition and Rule Automation on Mathematical Problem-solving Transfer. », *Journal of Educational Psychology*, vol 79, 1987, p. 347-362.
- [CUMMINS 92] CUMMINS. D., « Role of Analogical Reasoning in the Induction of problem categories», *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 5, 1992, p. 1103-1124.
- [DIDIERJEAN à paraître] Didierjean A., « Is Case-Based Reasoning a Source of Knowledge Generalization? », *European Journal of Cognitive Psychology*, à paraître.
- [GICK & PATTERSON 92] GICK M.L., PATTERSON K., « Do Contrasting Examples Facilitate Schema Induction and Analogical Transfer? », *Canadian Journal of Psychology*, vol. 46, 1992, p. 539-550.
- [GUIN-DUCLOSSON et al. 02] GUIN-DUCLOSSON N., JEAN-DAUBIAS S., NOGRY S. : « The AMBRE ILE: How to Use Case-Based Reasoning to Teach Methods », *ITS'2002 proceedings*, Springer, 2002, p. 782-791.
- [KOLODNER 93] KOLODNER J., *Case Based Reasoning*, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- [NOGRY et al. 02] NOGRY S., JEAN-DAUBIAS S., GUIN-DUCLOSSON N. : « La psychologie cognitive au service de la conception de l'environnement d'apprentissage AMBRE », *TICE'2002*, INSA de Lyon, 13-15 novembre 2002.
- [NOVICK & HOLYOACK 91] NOVICK L. R., HOLYOAK K. J., « Mathematical Problem Solving by Analogy. », *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 17, 1991, p. 398- 415.
- [REED 89] REED S.K., « Constraints on the Abstraction of Solutions. », *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory, and Cognition*, vol. 81, 1989, p. 532-540.
- [ROGALSKI 94] ROGALSKI M., « Les concepts de l'EIAO sont-ils indépendants du domaine ? L'exemple d'enseignement de méthodes en analyse », *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, vol.14 n°1.2, p. 43-66, 1994.
- [ROSS 89] Ross B.H., « [Reminders in Learning and Instruction](#). », In *Similarity and Analogical Reasoning*. Vosniadou S. & Ortony A. (eds.). New York: Cambridge University Press, 1989.
- [ROSS & KENNEDY 90] ROSS B., KENNEDY P., « Generalizing from the Use of Earlier Examples in Problem Solving. », *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol 16 n°1, 1990, p. 42-55.

### Remerciements

Les travaux relatés dans cet article ont bénéficié du soutien du programme Cognitique du Ministère de la Recherche ainsi que du programme interdisciplinaire STIC-SHS "Société de l'Information" du CNRS.