



HAL
open science

Modélisation de l'élève en algèbre dans un contexte technologique

Jean-François Nicaud

► **To cite this version:**

Jean-François Nicaud. Modélisation de l'élève en algèbre dans un contexte technologique. Technologies pour l'Apprentissage et l'Education: Entre Recherche et Usages Pédagogiques, Nov 2003, Paris, France. pp.23-24. edutice-00000323

HAL Id: edutice-00000323

<https://edutice.hal.science/edutice-00000323>

Submitted on 23 Dec 2003

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Modélisation de l'élève en algèbre dans un contexte technologique ¹

Jean-François Nicaud
Laboratoire IMAG-Leibniz, équipe MTAH
46, avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble cedex

Mots-clés : EIAH, apprentissage de l'algèbre, modélisation de l'élève, règles erronées, conceptions, clusters.

Nos travaux portent sur la conception et la réalisation d'un logiciel d'aide à l'apprentissage de l'algèbre et sur l'utilisation de ce logiciel pour étudier l'apprentissage de l'algèbre par les élèves.

En première partie, nous décrivons le logiciel Aplusix avec lequel l'élève développe ses calculs grâce à un éditeur d'expressions algébriques et un éditeur de raisonnements. L'éditeur d'expressions algébriques fonctionne sous la forme habituelle (en deux dimensions) des expressions algébriques, l'éditeur de raisonnements permet d'exprimer les raisonnements sous la forme d'une suite d'étapes. Ces deux éditeurs permettent un fonctionnement proche du papier/crayon, l'élève produisant les étapes de son choix avec les expressions de son choix, son travail étant facilité par les fonctionnalités couper, copier, coller, glisser-déposer qui ont un comportement algébrique.

Quatre fonctionnalités de niveau supérieur ont été implantées dans Aplusix :

- la vérification des calculs de l'élève, qui est effectuée de façon sémantique en calculant l'équivalence des expressions concernées ; l'élève peut ainsi savoir à tout moment si ses calculs sont justes ;
- la vérification de la bonne terminaison des exercices ;
- des indicateurs qui fournissent des informations sur l'état de l'expression courante (développée ou non – factorisée ou non – pour une équation, taux de résolution) ; l'élève peut ainsi faire le lien entre certains concepts fondamentaux et la progression de sa résolution ;
- des commandes qui permettent de faire faire certains calculs à l'ordinateur (comme effectuer un calcul numérique, développer, réduire) ; elles permettent de libérer l'élève de certains calculs pour qu'il puisse mieux se concentrer sur la stratégie et sur les calculs plus fondamentaux.

Un résolveur produisant des pas de calcul adaptés au niveau, et fonctionnant à plusieurs niveaux, est en cours de réalisation pour fournir des exemples de résolution et permettre de faire des suggestions.

Aplusix est un logiciel fortement paramétrable, toutes les fonctionnalités pouvant être activées ou désactivées par le professeur pour que son comportement corresponde au mieux à ses souhaits. Il est en cours de valorisation et, en attendant d'avoir un distributeur, est disponible gratuitement à l'URL <http://applusix.imag.fr/>

Une expérimentation du logiciel en classe de seconde, avec un pré-test et un post-test, portant sur les techniques de résolutions d'équations, a montré que le logiciel Aplusix est un milieu favorable pour susciter l'apprentissage. Les retours des professeurs et des élèves sont très positifs, tant les retours spontanés que ceux obtenus par une petite enquête.

En deuxième partie, nous présentons nos travaux de modélisation de l'élève, travaux réalisés dans le cadre de l'ACI « Ecole et sciences cognitives ». Cette étude, en cours, se fait à partir d'activités effectuées par des élèves d'une douzaine de classes régulières (de 3e et 2e) avec le logiciel Aplusix. Le logiciel enregistre en détail les interactions des élèves et c'est à partir des fichiers obtenus que nous étudions le comportement des élèves. Deux outils basiques ont été développés pour effectuer certaines observations, l'un est un « magnétoscope » qui permet de revoir en détail le travail de

¹ Document diffusé dans les pré-actes du colloque Technologies pour l'Apprentissage et l'Education : Entre Recherche et Usages Pédagogiques, organisé à Paris par le CNRS, ACI Ecole et Sciences Cognitives, la Direction de la Technologie, et le CNRS, département STIC, RTP 39, le 25 et 26 novembre 2003. Les pré-actes sont disponibles sur le site ArchiveTémaTice : <http://archivetematice.ccsd.cnrs.fr/view/tematice-00000318/>

d'élève, l'autre est un logiciel qui produit des statistiques sur les calculs justes et les exercices correctement résolus.

Le travail de modélisation actuellement implanté comporte trois grandes composantes. La première est la constitution d'une bibliothèque de règles erronées. Ce travail s'appuie sur la littérature, l'observation des élèves et l'étude du domaine. La deuxième composante est un algorithme de diagnostic de transformations d'élève. Etant donnée une expression A que l'élève a transformée en une expression B, on cherche une suite plausible de règles correctes ou erronées permettant de passer de A à B. L'algorithme implanté actuellement est un algorithme de recherche heuristique utilisant des règles de réécriture. Il a une assez bonne performance mais devra être amélioré. La troisième composante est la génération de clusters d'élèves à l'aide d'un algorithme de classification. Cette classification utilise comme données les fichiers d'interaction enrichis de nombreuses informations calculées, dont la justesse des calculs, le bon achèvement des exercices et les diagnostics. Elle regroupe à un niveau fin des élèves ayant des comportements très proches et à niveau moins fin des élèves ayant certains traits en commun.

Les objectifs de la modélisation se situent à deux niveaux :

- la modélisation par des règles correctes et erronées qui peut être faite en utilisant l'algorithme de diagnostic et en étudiant les fréquences d'utilisation et de non utilisation des règles ;
- la modélisation par des conceptions où l'on cherche à modéliser un élève par un ensemble de conceptions, chaque conception étant un ensemble prototypique de connaissances correctes ou erronées ; nous cherchons actuellement à produire des conceptions par classification des élèves en clusters ; l'idée est que, si l'on se place sur des moments correspondants au traitement par les élèves d'une même sous-tâche algébrique, une bonne classification devrait fournir des clusters regroupant des élèves ayant les mêmes conceptions, et que ces conceptions pourraient être extraites des clusters.

Références

- Bisson G., Bronner A., Gordon M.B., Nicaud J.F. (2003) Analyse statistique de comportements d'élèves en algèbre. Actes de la conférence EIAH 2003, Strasbourg, 15-17 avril, p. 67-78. Publication INRP, Lyon. ISBN 2 7342 0911 X
- Day W., Edelsbrunner H. (1984). Efficient Algorithms for Agglomerative Hierarchical Clustering Methods. *Journal of Classification*. Volume 1. pp 1-24.
- Nicaud J.F., Bouhineau D., Chaachoua H., Huguet T., Bronner A. (2003) A computer program for the learning of algebra: description and first experiment. *Proceedings of the PEG 2003 conference*.
- Payne S.J., Squibb H.R. (1990). Algebra mal-rules and cognitive accounts of errors. *Cognitive Sciences*, 14.
- [Sleemann 1983] Sleemann D. (1983). Inferring student models from intelligent computer-aided instruction. In Michalski, Carbonell and Mitchell (eds): *Machine learning: An artificial intelligence approach*. Morgan Kaufmann.