Environnement objet et représentations imagées en résolution de problèmes arithmétiques

Isabelle Borne, Gisèle Lemoyne

▶ **To cite this version:**

Isabelle Borne, Gisèle Lemoyne. Environnement objet et représentations imagées en résolution de problèmes arithmétiques. Bulletin de l'EPI (Enseignement Public et Informatique), 1989, 54, pp.177-186. edutice-00000944

HAL Id: edutice-00000944
https://edutice.hal.science/edutice-00000944

Submitted on 18 Oct 2005

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.

ENVIRONNEMENT OBJET ET REPRÉSENTATIONS IMAGÉES EN RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ARITHMÉTIQUES

Isabelle BORNE
Gisèle LEMOYNE

I - INTRODUCTION

Le point de départ de cette étude est un problème concret qui se pose dans l'enseignement des mathématiques : l'utilisation de représentations imagées pour la résolution de problèmes. Pour aborder l'étude de la construction des représentations imagées de problèmes, nous nous intéressons d'abord à l'examen des représentations de certaines expressions relationnelles mathématiques fréquemment incluses dans les problèmes additifs et multiplicatifs présentés aux élèves du primaire. Notre objectif immédiat est d'identifier les schémas de connaissance utilisés par les élèves d'âge différent dans la construction de ces représentations. Cet objectif atteint, il sera alors possible d'adapter l'environnement informatique au contexte plus large de textes complets de problèmes. Il sera aussi possible, connaissant les effets de cet environnement sur la construction des représentations, de construire et de valider un système tuteur sur la représentation qui maximise les effets positifs concernant l'apprentissage.

Après vous avoir exposé notre problématique, nous verrons rapidement les principes de construction de l'environnement objet, puis nous donnerons quelques résultats des expériences qui ont été menées avec des enfants. Pour un exposé plus détaillé se référer à (3).

II - PROBLÉMATIQUE

Jusqu'à présent, divers formalismes de représentation symbolique des connaissances ont été utilisés. Si ces formalismes peuvent s'avérer adéquats ou suffisants pour certaines tâches ou certains domaines précis,

ils ne peuvent seuls rendre compte des connaissances factuelles et procédurales utilisées dans certaines situations où le traitement efficace repose sur une représentation "figurative" de certaines données ou de certaines procédures. Plusieurs situations qui interviennent dans l'enseignement des mathématiques présentent ces caractéristiques ; le domaine de l'enseignement des mathématiques nous apparaît particulièrement propice à l'étude des formalismes de représentations analogiques des connaissances dans les systèmes.

Lorsqu'on a recours aux représentations analogiques, on se contente généralement de fournir à l'apprenant une représentation schématique ou iconique d'un état, d'un processus ou d'une procédure, sans avoir au préalable étudié l'effet sur la démarche de l'apprenant de ces représentations ou encore, identifié les caractéristiques et les contenus des représentations de l'apprenant dans ces situations. Les études effectuées récemment en psychologie cognitive et éducationnelle montrent les difficultés éprouvées par plusieurs élèves dans l'interprétation de schémas, de diagrammes et même d'icônes ou de séquences imagées qui leur sont offerts dans le but de faciliter leur compréhension de certains concepts, de certaines situations ou de certaines procédures (5,6). Ces difficultés sont particulièrement évidentes chez les élèves des niveaux primaire, secondaire et collégial, pour lesquels une représentation schématique ou figurative des relations entre les données d'une situation mathématique n'est souvent d'aucune utilité ; ces représentations constituent alors un nouveau problème à résoudre, un nouvel objet à analyser (9,10). S'attaquer au problème des représentations figuratives des connaissances est donc primordial.

Dans le contexte de la résolution de problèmes mathématiques, les études réalisées auprès d'élèves de moins de 12 ans sur le rôle des représentations imagées ont produit peu de résultats significatifs (4,1). Si certaines représentations spécifiques semblent faciliter la résolution de certains problèmes par une mise en évidence des informations pertinentes et des relations entre ces informations, d'autres représentations similaires s'avèrent inefficaces dans le traitement de situations analogues. Les études sur les représentations imagées de certaines relations mathématiques simples (par exemple : autant que, plus que , fois moins que, n objets par, n objets pour ...,) produites par les enfants de 9 à 12 ans (7,8) montrent que les élèves produisent souvent soit des représentations stéréotypées peu appropriées mais rappelant celles vues antérieurement en classe, soit des représentations qui témoignent d'un traitement non mathématique de la situation (par exemple l'élève

représente la relation " n objets pour..." par un enfant qui tient dans ses mains deux gâteaux). Dans une situation de choix de représentations, plusieurs d'entre eux, quelle que soit la relation, choisissent de préférence une représentation contenant des personnages et des indices de la relation entre les éléments des dessins. Ces mêmes élèves échouent aux problèmes impliquant ce type de relations et ne semblent pas bénéficier d'un enseignement habituel en résolution de problèmes, puisque leurs interprétations erronées des relations demeurent durant plusieurs années. Les élèves ne peuvent de plus avoir recours à des schémas de connaissance généraux qui leur permettraient de représenter une catégorie de problèmes. Ils ne voient pas les similitudes entre divers textes de problèmes si les contextes sont différents, ne pouvant se représenter les expressions qui dans ces textes renvoient à la structure des relations entre les données du problème. Il est donc essentiel, avant d'intervenir auprès de ces élèves, de comprendre comment les expressions relationnelles incluses dans un bon nombre de problèmes sont interprétées. Le recours à l'environnement objet constitue un moyen privilégié pour mettre à jour ces interprétations.

III - LA CONSTRUCTION D'UN ENVIRONNEMENT ÉDUCATIF

Les paradigmes de la programmation par objet ont inspirés la plupart des constructions des interfaces homme-machine et des environnements de programmation : les écrans sont multi-fenêtrés et pilotables à l'aide d'une souris qui permet de choisir des actions dans des menus. La programmation par objet présente le double avantage de fournir des métaphores qui réduisent la complexité de la conception des logiciels, ainsi que la complexité de l'utilisation des logiciels. Elle fournit des moyens puissants pour représenter des connaissances et surtout permet presque systématiquement de disposer de plusieurs représentations d'un même objet : représentation sous forme de texte, de graphique ou de fonctionnalités.

Quand il s'agit de construire un environnement éducatif, certains principes sont essentiels. L'environnement doit réduire les abstractions en reposant sur le principe "ce que tu vois est ce que tu obtiens et ce que tu peux manipuler". L'écran doit toujours être une représentation fidèle de la perception de l'utilisateur. Il est aussi essentiel que l'environnement apparaisse comme une seule entité et non comme un ensemble de sous-systèmes spécialisés (mode programme, mode éditeur etc.). La distinction entre la construction d'un programme et son

exécution doit être minimale. De plus, toutes les composantes de l'environnement doivent avoir le même statut afin que l'utilisateur puisse adapter le système à ses besoins. Nous avons donc construit notre environnement en suivant ces caractéristiques et ces principes. D'une part, tous les objets dont l'usager dispose sont présents sur l'écran. Cette représentation, graphique ou iconique, donne une perception visuelle des objets qui pourront tous se présenter sous la forme d'un dessin. D'autre part, les actions que l'on peut faire subir aux objets sont présentées dans une sorte de menu où il suffit de sélectionner l'action désirée. C'est une représentation fonctionnelle des objets. Dans cette version nous avons simplifié et figé un certain nombre d'actions car nous avons sélectionné un ensemble d'objets pour lesquels nous avons le même ensemble d'actions. Dans un premier prototype, où nous faisions des explorations plus larges, nous étions plongés directement dans la programmation par objets (2). En effet les modifications sur les objets étaient réalisées par des envois de messages aux objets. L'objet choisi était le receveur du message et le fait de sélectionner cet objet, parmi le menu des receveurs potentiels, provoquait l'apparition d'un autre menu proposant les messages que pouvait recevoir cet objet particulier. Chaque type d'objet possédait un ensemble propre de messages.

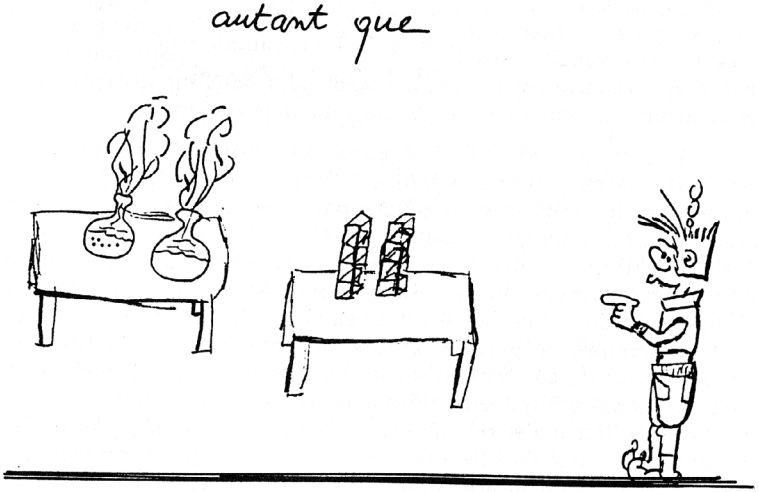
IV - EXPÉRIMENTATION

Une première expérience a été faite avec le premier prototype, un petit environnement objet où seuls apparaissaient les objets que l'enfant pouvait manipuler. Les objets proposés étaient très simples et de deux types : les contenants (boîte, verre) et les contenus (liquide, jetons). Ce premier travail a permis, d'une part de rendre compte du cheminement du travail de l'enfant au cours de sa tâche de construction d'une représentation imagée, et d'autre part de le familiariser avec le rôle des classes (création de nouveaux objets) et des caractéristiques d'un objet (modifier sa position dans la fenêtre, son contenu etc...). Au vu des représentations obtenues sur papier et avec ce premier prototype, nous avons sélectionné un ensemble d'objets graphiques pour constituer une banque d'images pour la deuxième version de l'environnement, par exemple : des personnages, des jetons, des triangles, des cercles, des boîtes, des flèches, des symboles mathématiques (> < =). Les personnages, un peu difficile à dessiner et les flèches sont utilisés par les enfants pour extérioriser les liens entre les éléments de leurs dessins. On constate que l'introduction d'objets graphiques plus sophistiqués produit

des représentations plus précises et plus variées. Les flèches sont employées pour montrer le sens d'une relation et les personnages sont souvent présents dans les relations (sûrement parce qu'ils sont déjà dessinés).

L'expérience éducative a porté sur un petit ensemble de relations mathématiques simples : "autant que, fois plus que, moins que, de plus que, n objets par..., de moins que, n objets dans chaque..., plus que, n objets pour...". Elle a été menée avec 10 élèves de 10 et 11 ans, les proportions d'élèves forts, moyens et faibles en mathématiques étant comparables. Le principe de déroulement de l'expérience est le suivant : les sujets sont divisés en deux groupes, le premier groupe est invité d'abord à produire sur papier un dessin représentant chacune des expressions. Par la suite, ce même groupe est invité à représenter les relations précédentes en utilisant l'environnement objet. Le deuxième groupe fait les activités dans l'ordre inverse, c'est-à-dire qu'il commence à produire des représentations avec l'environnement objet. Tous les sujets travaillent seuls et leurs séquences d'actions dans la production des représentations sont enregistrées. Pour l'enregistrement des actions sur papier, des observateurs adultes doivent noter ce que fait l'enfant, avec l'environnement les séquences sont enregistrées par la machine. Les figures 1, 2 et 3 montrent certaines productions des enfants :

- la figure 1 montre une représentation sur papier de la relation "autant que" : "il y a autant de piles de blocs que de vases de potion magique".



- la figure 2 montre une représentation de cette même relation sur ordinateur : "il y a autant d'aquariums que d'assiettes de fraises"

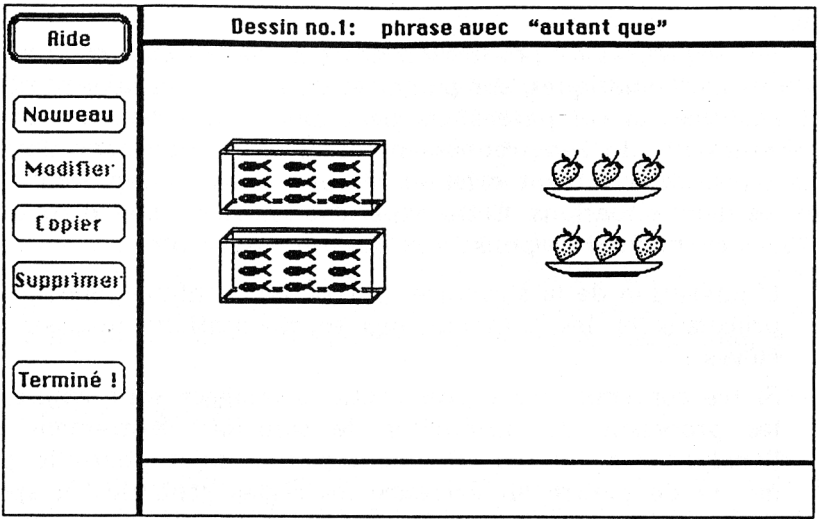


Figure 2

- et la figure 3 montre une représentation de la relation "chacun des ... a n objets" : "chacun des enfants a 3 objets".

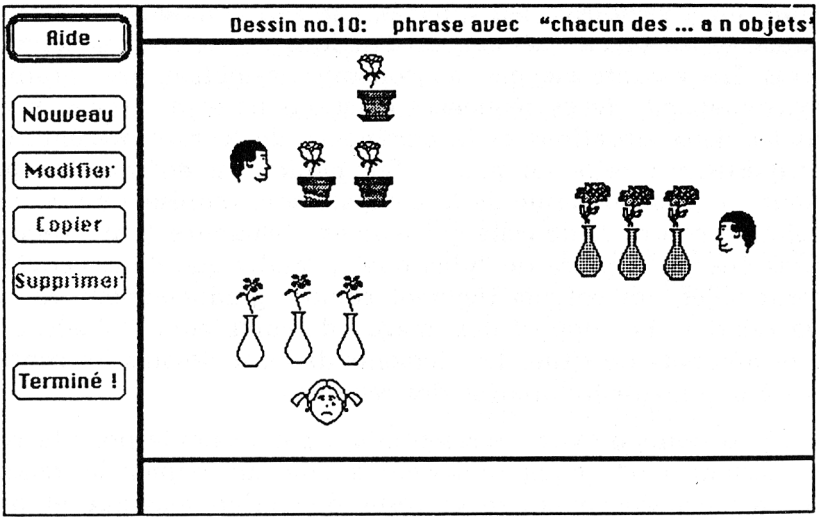


Figure 3

V - LES RÉSULTATS

Les séquences de production des représentations imagées des relations mathématiques, sur papier et dans l'environnement objet, sont analysées et comparées. On peut alors évaluer l'effet sur les représentations de l'environnement objet et retracer les informations types qui semblent orienter les processus de représentation dans les deux situations. Cette expérience nous permet d'apporter quelques éléments de réponse aux questions suivantes :

- L'imposition de la structure de type objet influe-t-elle sur les processus et les contenus des représentations imagées des élèves ?
- Si les contenus des représentations imagées sont explicites, les processus de production le sont-ils ? Autrement dit, l'analyse des actions effectuées par le sujet peut-elle permettre de mettre en évidence les règles générales et spécifiques utilisées par les élèves dans la construction de ces représentations ?

Les comportements des enfants varient selon leurs habiletés en mathématiques. Les résultats préliminaires montrent que les enfants forts semblent peu affectés par l'environnement objet, ils produisent les mêmes séquences d'actions et les mêmes types de dessins. Les enfants moyens, au contraire, semblent tirer profit de l'environnement : leurs séquences d'actions ne sont pas les mêmes dans les deux situations et la pertinence de leurs représentations est supérieure à celle sur papier. Sur papier, ces enfants dessinent toujours le premier terme de la comparaison, représentant souvent la relation contraire de celle qui leur est demandée (par exemple : "moins que" à la place de "plus que"), tandis que dans l'environnement objet, ces enfants tiennent compte graduellement du sens de la relation. Le support des images, de compteurs d'objets, ainsi que la nécessité de situer les éléments de leurs dessins les contraignent à une meilleure analyse des relations.

D'un point de vue représentation, par exemple pour la relation "autant que", nous remarquons que sur papier la relation porte sur des éléments : deux vases de potion magique et deux piles de cubes, alors que sur ordinateur la relation porte sur des contenants : deux aquariums et deux assiettes de fraises. Pour les autres relations, sur ordinateur la relation porte à la fois sur des ensembles ou des contenants, ou sur des éléments de collections ou des volumes ; sur papier la relation porte toujours sur des éléments de collections ou des volumes. Du point de vue du travail de réflexion de l'enfant, nous constatons que sur ordinateur

l'attention est plus portée sur la relation et sur la position relative des objets que sur les objets eux-mêmes, puisque l'enfant n'a pas à les dessiner. L'enfant commence souvent par choisir un objet et le copie ou le déplace pour représenter la relation. Au fur et à mesure que le travail progresse, il utilise de plus en plus des modifications et des actions comme "copier". Un environnement informatique de ce type constitue donc un moyen privilégié de mise à jour des interprétations des expressions relationnelles.

VI - CONCLUSION

Cette recherche en éducation s'inscrit dans le cadre d'un projet de construction d'un système d'aide en résolution de problèmes arithmétiques dont le but final est la rédaction de textes de problèmes. Le système devra permettre d'exploiter les conflits entre les représentations produites par les enfants et celles produites par les adultes. Du point de vue informatique, nous avons tenté de montrer comment un environnement de type objet peut faciliter une expérimentation éducative. Nous avons appliqué nos réflexions en concevant facilement et rapidement un petit système, complètement intégré dans l'environnement et répondant à nos exigences de recherche en éducation.

Isabelle BORNE
EHEI - Université René Descartes
45 rue des Saints Pères
75006 PARIS

Gisèle LEMOYNE
Université de Montréal
Faculté des Sciences de l'Education
C.P. 6128, succursale A
MONTREAL, Québec
H3C 3J7 CANADA

BIBLIOGRAPHIE

1- N. BEDNARZ, B. JANVIER, "*The use of models in the construction of numeration : the evolution of representations towards an efficient symbolism*", Proceeding of the PME Conference, (International Group for the Psychology of Mathematics Education), 1985.

2- I. BORNE, "*Langages orientés-objets et Education*", Actes des journées Afcet-Informatique Langages Orientés-Objet, IRCAM, Paris, 8-10 Janvier 1986.

3- I. BORNE, G. LEMOYNE, "*Application d'un environnement objet à la représentation imagée des connaissances pour la résolution de problèmes arithmétiques*", Actes du congrès francophone sur l'enseignement assisté par ordinateur, Le Cap d'Agde 23-25 mars 1987.

4- P.F. CAMPBELL, "*What do children see in mathematics textbooks pictures ?* ", Arithmetic Teacher 28, n° 5, 12-16, 1981.

5- G. JACQUINOT, "*Image et pédagogie*", Paris : PUF, 1977.

6- S.M. KOSSLYN, "*A study designed to initiate a comprehensive analysis on the message content and purposes of graphic displays, the grahic means used for this communication, and psychological processes required to comprehend and use these displays*", Technical proposal, The National Institute of Education, Washington, 1979.

7- G. LEMOYNE, C. TREMBLAY, "*Addition and multiplication : problem solving and interpretation of relevant data*", Educational studies in mathematics, 23-49, 1986.

8- G. LEMOYNE, L. SAVARD, "*Représentations imagées de certaines expressions relationnelles chez les élèves du second cycle du primaire*", Rapport de recherche n°3, CRSHC (Conseil de recherches en sciences humaines du Canada), 1986.

9- C. MARY, "*Le rôle du film dans l'enseignement des mathématiques*", Mémoire de maîtrise en mathématiques, Université du Québec à Montréal, 1983.

10- D.P. NEWTON, "*Showing movement in children's pictures : a study of the effectiveness of some non-minetic representations of motion*", Educational studies, 10, 1984.