DOMINIQUE PY

Le logiciel Mentoniezh

Publications de l'Institut de recherche mathématiques de Rennes, 1998, fascicule S4
« Produire et lire des textes de démonstration », , p. 153-155
<http://www.numdam.org/item?id=PSMIR_1998___S4_153_0>

Atelier n°6

LE LOGICIEL MENTONIEZH

Dominique Py

L'objectif annoncé pour cet atelier est d'observer ce que les protocoles révèlent des démarches des élèves, et de dégager l'influence du logiciel sur le travail des élèves.

Dans un premier temps, D. Py a présenté le logiciel. Celui-ci comporte trois phases : dégager les données et la conclusion d'un énoncé de problème, construire la démonstration pas à pas, rédiger la démonstration. Les protocoles étudiés concernent la seconde phase, l'élaboration de la démonstration.

Le logiciel comporte une base prédéfinie de problèmes ainsi que des listes de théorèmes et de définitions. L'écran indique à tout instant l'état de la démonstration, ce qui est démontré et ce qui reste à démontrer. L'élève élabore un pas de démonstration en fournissant les hypothèses, le théorème et la conclusion dans un ordre quelconque. Les hypothèses et la conclusion sont construites à partir de squelettes de phrases. Par exemple, pour exprimer que "I est le milieu de $[AB]$", l'élève sélectionne le mot-clé "milieu" dans une liste prédéfinie puis complète la phrase "Le point... est le milieu de [...]" avec les noms I et AB. Les théorèmes sont accessibles à partir des mots-clés qu'ils contiennent. Par exemple, le mot-clé "milieu" permet d'accéder aux théorèmes permettant de montrer qu'un point est le milieu d'un segment. L'élève choisit dans cette liste le théorème qu'il veut utiliser. Lorsque le pas est complet, l'élève peut le valider. Si le pas est correct, l'état de la démonstration est mis à jour, sinon un message d'erreur est affiché et l'élève peut revenir sur son travail pour le corriger.

Le professeur utilisant le logiciel peut modifier les consignes et ainsi cacher des théorèmes ou les considérer comme implicites. Si, dans un exercice, plusieurs pistes sont possibles lors de la résolution, celles-ci seront acceptées par le logiciel. Mentoniezh ne permet pas de tracer une figure, l'élève doit la réaliser sur papier avant de travailler avec l'ordinateur.

L'expérimentation a été réalisée en 1992 dans une classe de 4ème de l'académie de Rennes, avec des élèves en difficulté. Les élèves travaillent pas binômes. Il s'agit de faire un apprentissage de la démonstration, aucun travail préalable sur ce sujet n'a été effectué en classe. Les théorèmes sont connus des élèves comme objets, mais non comme outils. En général, les élèves traitent un exercice par séance. Les protocoles que nous étudions correspondent aux troisième, quatrième et cinquième séances de travail.

Problème de la séance 3

Soit EBC un triangle rectangle en E . M est le milieu de l'hypoténuse. A est le symétrique de E par rapport à M.

Montre que $ABEC$ est un rectangle.

Problème de la séance 4

Soient ABC un triangle et U le milieu de $[AB]$. La parallèle à (BC) passant par U coupe (AC) en H . La parallèle à (AC) passant par U coupe (BC) en I.

Montre que (AB) est parallèle à (HI).

Problème de la séance 5

Soient ABC un triangle rectangle en A . Le point N est le milieu de l'hypothénuse. Le point M est le milieu de $[AB]$.

Montrer que (MN) est perpendiculaire à (AC).

Nous avons analysé les protocoles de trois binômes et d'un élève seul : Régis et Mickaël, Damien et Ludovic, Flavie et Halim, Frédéric. Les questions suivantes ont guidé notre travail :

Les élèves ont-ils compris ce qu'est un pas de démonstration, ou bien font-ils des validations prématurées ?

Distinguent-ils les statuts des assertions manipulées, ou bien confondent-ils données et conclusions ?

Proposent-ils des hypothèses lues sur la figure sans lien avec la preuve ?

Adoptent-ils une stratégie régulière, ou bien progressent-ils au coup par coup ?

La découverte du résultat intermédiaire les fait-elle progresser plus rapidement ?

Quelle réaction adoptent-ils face aux messages du logiciel ?

Nous constatons tout d'abord que les élèves travaillent souvent en chaînage arrière, c'est-à-dire en partant de la conclusion. Par exemple, pour le premier problème, on peut montrer que $ABEC$ est un rectangle en supposant démontré que $ABEC$ est un parallélogramme, puis seulement démontrer cette conjecture. Le logiciel accepte ce type de démarche.

Protocoles de Frédéric

Frédéric a compris la structure du pas de démonstration et ne propose que des pas complets. Il a également compris la différence de statut entre hypothèse et conclusion, mais risque encore de les confondre si le problème comporte deux propriétés voisines. Il a donc des difficultés à se détacher de ce qu'il voit à l'écran, mais une fois qu'il a trouvé le résultat intermédiaire, la fin de la démonstration est très rapide.

Frédéric est le seul à adopter une stratégie régulière. Il commence par tenter de résoudre le problème en un seul pas, en sélectionnant toutes les données et la conclusion du problème. Devant le refus du logiciel, il remet en cause le théorème, puis les hypothèses, jusqu'à ce qu'il découvre le résultat intermédiaire. La démonstration est alors conclue rapidement. Il tend à s'installer dans cette stratégie confortable, qui lui évite de chercher véritablement à résoudre le problème.

Protocoles de Régis et Mickaël

Régis et Mickaël sont également influencés par ce qu'ils lisent à l'écran et tentent au début de résoudre l'exercice en un seul pas. Cependant, ils ne rencontrent pas de difficulté majeure pour les deux premiers exercices, seul le troisième pose problème. Il semble que le triangle ABC est perçu comme triangle rectangle, mais non comme triangle des milieux. De ce fait, la démonstration de "(AC) parallèle à (MN)" est très laborieuse.

Protocoles de Damien et Ludovic

Damien et Ludovic n'ont pas compris la structure du pas de démonstration. Ils utilisent la validation comme moyen de vérifier la justesse de ce qu'ils viennent d'écrire, et non pour valider un pas complet. Ce sont les seuls qui proposent spontanément des hypothèses lues sur la figure. De ce fait, ils découvrent plus rapidement le résultat intermédiaire et effectuent parfois des résolutions en chaînage avant, mais ils introduisent aussi des hypothèses sans rapport avec la démonstration.

Protocoles de Flavie et Halim

Flavie et Halim effectuent aussi beaucoup de validations prématurées. Ils ont tendance à oublier ce qu'ils ont fait auparavant et à retomber dans les mêmes erreurs. C'est le seul binôme qui suit fidèlement les conseils donnés par l'ordinateur. De ce fait, nous constatons que leurs protocoles se lisent beaucoup plus facilement que les autres.

En conclusion, le fait de travailler avec l'ordinateur (fichier de théorèmes, possibilité de valider) est un facteur motivant mais qui semble insuffisant. Il paraît nécessaire de mener de front l'utilisation du logiciel et l'apprentissage de la démonstration en classe (analyse et mise au point du travail, rétro-action).