

Les « profs en silicium » au banc d'essai

Mis à jour le mardi 28 septembre 1999

« *Votre niveau n'est pas encore suffisant pour le passage en seconde.* » Marc est déçu. Il vient de recevoir les résultats de son contrôle automatique de mathématiques. Sur l'écran d'ordinateur, les commentaires ne sont pas fameux : « *Vous ne maîtrisez pas les changements de représentation, c'est-à-dire le lien entre l'algébrique et le numérique.* » En fait, Marc n'est guère surpris par ce diagnostic. Billy, son compagnon virtuel à qui il a lui-même enseigné le maniement des formules et des graphiques, a échoué aux derniers tests... Il va devoir analyser en détail le corrigé des exercices et revoir l'apprentissage de son compagnon. Désormais, l'élève se transforme en professeur vis-à-vis de son double virtuel. Assistant corvéable à merci, Billy fait office de miroir sans pitié du degré d'assimilation de son « maître ».

Une telle scène semble relever de la pure fiction. Il n'en est rien. Les outils nécessaires existent déjà dans les laboratoires. Billy a été créé par l'université Valderbilt, à Nashville (Tennessee). Le système de mesure automatique du niveau en mathématiques à la sortie de la classe de troisième, baptisé Pépète, est développé par l'équipe de Stéphanie Jean à l'université du Maine, au Mans.

Les chercheurs en intelligence artificielle (IA) concoctent ainsi toute une panoplie de créatures virtuelles professeurs, compagnons, tuteurs et autres assistants... Ces nouveaux acteurs pédagogiques semblent capables de bouleverser en profondeur les méthodes d'enseignement. Pour le monde de l'éducation, une profonde révolution s'annonce. A côté de l'apparition des clones virtuels de professeurs, le spectre réformateur que fait planer sur son administration Claude Allègre, ministre de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie, fait figure d'épouvantail à moineaux.

Au mois de juillet, une conférence internationale sur les applications de l'intelligence artificielle à l'éducation (AIED 99) s'est tenue pour la première fois en France, au Mans. Elle a rassemblé environ trois cents participants en provenance d'une trentaine de pays différents. Les chercheurs ont tenu une bonne centaine de conférences devant un public essentiellement constitué par leurs pairs. Dans un climat de discrétion confinant à l'indifférence générale, les informaticiens s'en sont donné à coeur joie, les équipes d'Amérique du Nord en tête.

« *Par rapport aux Etats-Unis, nous manquons, en France, de programmes globaux de recherche, de travaux fondamentaux et pluridisciplinaires financés sur le long terme* », déplore Monique Grandbastien, professeur à l'université Henri-Poincaré de Nancy-I, où elle dirige une équipe de chercheurs dans ce domaine. Ce décalage avec les travaux américains est d'autant plus préjudiciable que la recherche française, à laquelle collaborent des équipes à Nancy, Grenoble, Toulouse, Pau, Lyon, Nantes, Nîmes ou Paris, est internationalement reconnue. En témoigne le choix de la ville du Mans pour l'organisation du congrès AIED 99, qui se tient tous les deux ans, alternativement, sur trois continents (Asie, Amérique, Europe).

Dans le monde entier, des équipes de chercheurs créent de nouveaux outils pédagogiques, associant intelligence artificielle, informatique, multimédia et Internet, destinés à assister les enseignants, voire à les remplacer dans certaines tâches. Outre l'adaptation des disciplines enseignées à l'ordinateur, les travaux doivent relever un défi majeur : reconstituer entre l'ordinateur et l'élève une relation s'approchant le plus près possible du rapport humain. La solution qui semble s'imposer fait appel à des personnages virtuels, les agents, véritables auxiliaires pédagogiques de plus en plus évolués qui s'attellent à la rude tâche d'aider les élèves à apprendre.

Les créatures peuvent jouer de multiples rôles. Elles endossent la peau du professeur, celle de l'élève ou se transforment en agent de renseignement. Les chercheurs exploitent toutes les variations possibles d'une situation, l'élève face à la machine, plus proche de la leçon particulière que du cours collectif dispensé dans une classe. Poussant cet avantage beaucoup plus loin que les CD-ROM éducatifs, ils explorent des stratégies pédagogiques inapplicables dans le cadre de l'enseignement classique. Grâce à l'intelligence artificielle, les agents virtuels analysent de plus en plus finement les réactions des élèves, scrutant le moindre signe d'incompréhension ou d'ennui. Insensibles à la fatigue et à la lassitude, ils varient leurs techniques d'enseignement jusqu'à identifier, pour chaque élève, celle qui donne les meilleurs résultats.

Lisa Ann Scott et Frederick Reif témoignent ainsi d'une réussite spectaculaire. Ces chercheurs du Centre pour l'innovation dans l'apprentissage de l'université Carnegie-Mellon, à Pittsburgh (Pennsylvanie) ont testé l'efficacité d'assistants personnels d'enseignement (Personal Assistants for Learning, ou PAL) sur l'application des lois de Newton. *« Les cours dispensés par les PAL se révèlent presque aussi efficaces que des leçons particulières données par des professeurs expérimentés. Ainsi la quasi-totalité des élèves les ayant utilisés ont réussi le test, c'est-à-dire qu'ils ont obtenu un résultat supérieur à 65 %. Par comparaison, environ la moitié des étudiants, de niveau et de motivation équivalents mais ayant suivi un cours classique, ont échoué »*, expliquent-ils. Selon eux, les étudiants aiment bien les PAL, dont ils apprécient l'aide. Au Centre de technologie éducative de l'université Valderbilt, à Nashville, l'équipe de Sean Brophy se concentre sur les assistants capables d'apprendre (Teachable Agents, ou TA).

« Si les agents ont reçu un enseignement correct, ils sont capables de résoudre les problèmes qu'on leur pose ; sinon, cela signifie qu'ils ont besoin de cours supplémentaires », indique le chercheur. Transformés en enseignants, les élèves doivent donner à leur TA, dont Billy est une des premières concrétisations, l'ensemble des informations nécessaires pour construire des courbes. *« Une fois défini, le graphique fait partie intégrante de la base de connaissances de Billy »*, explique Sean Brophy. Mais la moindre erreur conduira l'agent à se tromper lorsqu'il appliquera ses connaissances pour résoudre un problème. Afin de tester les aptitudes de Billy, l'élève peut faire appel à une simulation, c'est-à-dire un programme de test. En cas d'échec, il va devoir chercher la source de l'erreur. En langage informatique, cela s'appelle « déboguer » le programme. Appliquée à l'enseignement, cette tâche se révèle particulièrement formatrice puisqu'elle contraint l'élève à comprendre en profondeur le sujet qu'il étudie.

Mais les chercheurs ne s'arrêtent pas là. Ils introduisent dans Billy un paramètre de comportement. Suivant l'option choisie, l'agent peut répondre rapidement pour témoigner d'une grande confiance en lui, ou prendre son temps *« en vérifiant cinq fois ses réponses »*. Pourquoi introduire une telle complexité ? *« Nous voulons que les étudiants comprennent que ces dispositions ont une grande influence sur le résultat obtenu, indépendamment du degré de savoir »*, répond le chercheur. Sean Brophy estime que l'analyse des interactions entre comportement et connaissances peut conduire à la définition de *« critères de performance »*.

Augmenter l'efficacité de l'apprentissage peut également passer par l'amélioration des méthodes de

recherche de l'information. Au-delà d'Internet, Julita Vassileva et l'équipe du département de sciences informatiques de l'université canadienne de Saskatchewan ont imaginé une communauté de créatures virtuelles échangeant des informations au profit de leurs propriétaires, les étudiants d'un campus universitaire. Un agent du projet, baptisé I-Help, est attribué à chacun d'eux.

Dans cette société hybride, les créatures virtuelles partent à la recherche d'informations dans les bases de données de l'université mais également auprès des autres étudiants... par l'intermédiaire de leurs propres agents. Un troc s'établit qui induit l'apparition d'une économie de marché. Pas question de n'avoir rien à offrir si l'on veut bénéficier des ressources disponibles. Attention aux faillites ! « *Nous travaillons sur des outils de simulation destinés à prédire le comportement d'ensemble du système* », explique Julita Vassileva.

De tels travaux ont-ils des chances réelles d'aboutir dans les prochaines années ? Il n'est pas interdit de le penser lorsqu'on entend Lewis Johnson, directeur du Centre de recherches avancées en techniques éducatives (Carte) à l'université de Californie du Sud (USC), parler de ses projets. Avec son équipe, il a créé Steve et Adele. Le premier fait appel à un univers en trois dimensions pour former les futurs techniciens destinés aux salles des machines des navires de la marine américaine.

La seconde, Adele (Agent for Distance Learning), a commencé sa carrière d'enseignante par la médecine, en particulier la formation au diagnostic des futurs médecins du service des urgences. Vêtue d'une blouse blanche dans un coin de l'écran, elle veille sur le déroulement de l'opération et intervient en cas de dérapage pour répondre à des questions ou prodiguer des conseils. « *Adele s'attaque aujourd'hui à l'instruction des infirmières ainsi qu'à celle du public qui cherche à s'informer sur certaines maladies* », indique Lewis Johnson.

Le « père » d'Adele pourrait bien devenir un des premiers chercheurs à commercialiser des professeurs virtuels. « *Nous sommes en cours de négociation avec l'industrie pharmaceutique, qui s'intéresse aux technologies pouvant faciliter la distribution d'informations sur les nouveaux médicaments auprès du personnel médical et des patients* », annonce-t-il. La chirurgie dentaire et les professeurs de chimie sont également intéressés. Fort de ces débouchés, Lewis Johnson s'apprête à sauter le pas en créant une entreprise dédiée à la commercialisation de ses agents pédagogiques. « *Les premières applications concerneront la formation professionnelle* », indique-t-il en précisant avec réalisme que « *les écoles ont moins de moyens financiers* ».

Moins élaboré sur le plan multimédia, le système d'aide à l'apprentissage de l'algèbre développé par Jean-François Nicaud, professeur d'informatique à l'université de Nantes, pourrait suivre la même voie. « *Nous cherchons à transformer notre projet en un produit largement diffusé au niveau mondial* », assure-t-il. La France compte déjà un succès commercial majeur dans ce domaine avec Cabri-Géomètre, un logiciel d'aide au raisonnement géométrique.

Si leur apparition dans le paysage éducatif semble inéluctable, les enseignants virtuels concurrenceront-ils les professeurs réels ? Martial Vivet, précurseur de l'application de l'intelligence artificielle à l'éducation en France et professeur au Mans, déclare ne pas croire à l'« *enseignant en silicium* ». Il plaide pour la complémentarité entre agents virtuels et professeurs en chair et en os. Lewis Johnson envisage néanmoins une réduction des effectifs du corps enseignant, sans en préciser l'ampleur. Le Canadien Claude Frasson, professeur à l'université de Montréal et directeur du laboratoire Heron, qui travaille sur les agents intelligents, fait partie des rares extrémistes qui prédisent une forte automatisation de l'enseignement. Mais, estime-t-il, « *les professeurs conserveront un rôle essentiel dans la conception des cours et dans l'évaluation des connaissances acquises destinées à l'attribution des diplômes* ».

Seule certitude, les agents pédagogiques feront partie des acteurs de l'école de demain. Ils déchargeront les professeurs de la part la plus ingrate de leur travail en leur prêtant main forte dans le suivi des exercices, la répétition des cours et l'évaluation du niveau des élèves. L'enseignant humain pourra enfin se concentrer sur le coeur de son métier : la pédagogie. D'où l'urgence de renforcer cette compétence. Les professeurs seront ainsi mieux préparés à affronter la concurrence de Billy, Steve, Adele et les autres...

Michel Alberganti

Le Monde daté du mercredi 29 septembre 1999

Droits de reproduction et de diffusion réservés; © Le Monde 1999

Usage strictement personnel. L'utilisateur du site reconnaît avoir pris connaissance de la Licence de droits d'usage, en accepter et en respecter les dispositions. Lire la licence.