

Intelligence artificielle et logiciels de calcul symbolique : quelle part pour l'enseignement des mathématiques?

Michel Beaudin¹

¹ École de technologie supérieure, Montréal, Québec, Canada
michel.beaudin@etsmtl.ca

Il serait pour le moins prétentieux d'affirmer que les logiciels de calcul symbolique prédisaient déjà l'avènement de l'intelligence artificielle. Avec les récents progrès de l'IA (notamment en mathématiques) et sa portée beaucoup plus large que celle des calculateurs symboliques, la comparaison n'est pas tout à fait appropriée.

Par contre, puisque plusieurs collègues se penchent déjà sur les effets qu'a l'intelligence artificielle dans notre enseignement – est-il encore pertinent de donner des devoirs? – et puisqu'il est tout à fait probable que les bouleversements à venir seront possiblement difficiles à gérer, on ne doit quand même pas oublier l'impact non négligeable qu'a eu, pour les mathématiques, l'apparition des *Maple*, *Mathematica* et *Derive* de ce monde¹. Sans parler quelques années plus tard, au milieu des années 1990, de l'arrivée de la toute première calculatrice symbolique. C'est peut-être *Wolfram Alpha*, apparu en 2009, qui a changé le portrait comme jamais et qui est, aujourd'hui, derrière les calculs mathématiques qu'utilisent les IA. Et on pourrait rajouter l'utilisation de plus en plus fréquente des logiciels libres tels *Sagemath* et *Geogebra*.

Même avec une envergure beaucoup moins grande que celle de l'IA, plusieurs de ces logiciels pouvaient représenter et représentent encore une *menace* pour l'enseignement des mathématiques. Une menace dans le sens de bouleversement à deux niveaux : à la fois parce que certains de ces logiciels n'avaient pas été initialement développés pour faire de l'enseignement – et alors décider de s'en servir comme nous l'avons fait pouvait facilement mener à un dérapage – et aussi puisque plusieurs d'entre eux sont devenus plus puissants et plus faciles à utiliser, autant en enseignement qu'en recherche.

La présentation tentera de répondre à une question² de notre collègue Guillaume Roy-Fortin mais en donnant des exemples mathématiques intimement liés à notre enseignement. J'essaierai de montrer qu'au lieu de voir une menace dans la présence des systèmes de calcul symbolique, certains d'entre nous y avons vu une *opportunité*. Opportunité qui a d'ailleurs bien été saisie à l'ÉTS : qu'on pense aux notes de cours écrites par des collègues du DEG avec des exercices demandant l'utilisation de la technologie.

Mais selon mon humble avis, toute cette technologie doit aussi être utilisée pour *enseigner* les mathématiques : si un logiciel de calcul et maintenant l'IA sont utilisés comme une boîte noire ou si la calculatrice symbolique ne joue pratiquement qu'un rôle d'échafaudage, alors on aura manqué notre coup. Celui, notamment, de montrer les *règles* utilisées. Montrer les règles qui s'appliquent constitue une excellente façon de relier les cours entre eux et de réviser des concepts, ce qu'on oublie trop souvent de faire avec les étudiants. Parlant de règles, un bel exemple est le système d'intégration symbolique Rubi (Rule-based Integrator) de Albert Rich. Utilisant la reconnaissance de formes pour déterminer laquelle parmi ses règles d'intégration doit être appliquée à une expression donnée, il est devenu convaincu qu'une très grande somme de connaissances mathématiques doit être organisée de manière systématique pour permettre de trouver la formule précise nécessaire à la résolution d'un problème. Pour cette raison et en utilisant différents logiciels, quelques exemples dont les niveaux vont de MAT144 à MAT805 seront présentés afin de convaincre l'auditoire que les enseignants de mathématiques ont encore leur mot à dire, même entourés de tous ces outils.

1. L'article *Computer Algebra : The End of Mathematics?* de Bruno Buchberger en 2002 est fort révélateur.

2. *Quel futur pour des mathématiques automatisées?* était le titre du premier des exposés de Guillaume.