

## Intelligence artificielle et enseignement des mathématiques: continuités, ruptures et recompositions épistémologiques

*Inteligência artificial e ensino de matemática: continuidades, rupturas e recomposições epistemológicas*

Luc Trouche<sup>1</sup>

### RÉSUMÉ

*Ce texte est issu d'un processus d'écriture hybride. J'ai d'abord construit un diaporama pour une présentation que j'ai faite le 8 décembre 2025 dans un groupe de travail sur l'IA de l'Université de Montpellier (Trouche 2025a). J'ai ensuite demandé à une IA (ChatGPT5) de rédiger, à partir de ce diaporama, un texte à destination d'un public d'enseignants et de chercheurs de mathématiques. J'ai repris ce texte (vérification et compléments). Ce processus a abouti à une version française. ChatGPT a ensuite décliné ce texte en traductions anglaise, chinoise, portugaise, turque et néerlandaise, transmises à des locuteurs de ces langues, maîtrisant aussi le français. Ils en ont vérifié la concordance avec la version française d'origine.*

### RESUMO

*Este texto é resultado de um processo de escrita híbrido. Primeiro, criei uma apresentação de slides para uma palestra que dei em 8 de dezembro de 2025 em um grupo de trabalho sobre IA da Universidade de Montpellier (Trouche 2025a). Em seguida, solicitei a uma IA (ChatGPT5) que redigisse, a partir dessa apresentação de slides, um texto destinado a um público de professores e pesquisadores de matemática. Revisitei esse texto (verificação e complementos). Esse processo resultou em uma versão em francês. O ChatGPT então traduziu esse texto para o inglês, chinês, português, turco e holandês, e os enviou a falantes dessas línguas que também dominam o francês. Eles verificaram a concordância com a versão original em francês.*

### 1 INTRODUCTION

#### 1.1 Des outils aux écologies cognitives

L'histoire de l'enseignement des mathématiques est indissociable de celle de ses outils. Chaque innovation instrumentale — du tableau noir aux environnements de géométrie dynamique — a produit des ajustements profonds dans la manière de poser des problèmes, de raisonner, de prouver et d'organiser la classe (Monaghan, Trouche ; Borwein, 2016).

<sup>1</sup>. Professeur émérite, Institut français de l'éducation, École normale supérieure de Lyon, France. Email: luc.trouche@wanadoo.fr.

L'arrivée récente de l'intelligence artificielle générative prolonge cette histoire, tout en introduisant une nouveauté singulière : l'outil n'assiste plus seulement l'activité mathématique, mais se met à produire lui-même un discours, qu'il s'agisse d'explications, de démonstrations, de raisonnements ou de plans de cours complets.

Cette capacité expressive, souvent convaincante mais conceptuellement fragile, reconfigure les frontières entre tâches humaines et tâches déléguées. Elle oblige à interroger ce que signifie « faire des mathématiques » lorsque certaines étapes du raisonnement deviennent instantanément réalisables par une entité non humaine. Nous examinons ici cette transformation en la situant dans la continuité des évolutions instrumentales antérieures, puis en analysant les ruptures spécifiques introduites par l'IA générative. Cet article s'appuie largement sur la présentation à un groupe de travail sur l'IA (Trouche, 2025a), ainsi que sur des travaux récents en didactique des mathématiques (Balacheff, 2022; Emprin; Richard, 2023).

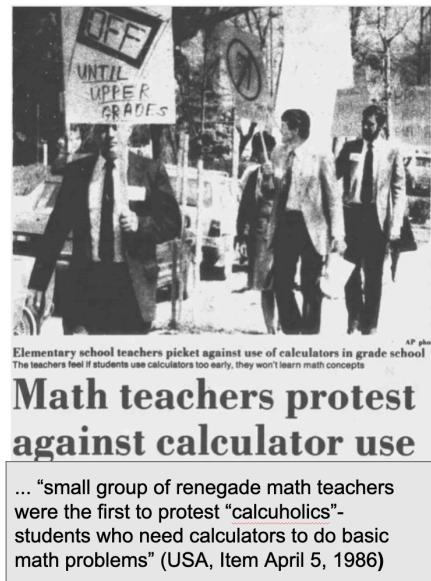
## **2 LEÇONS D'UNE HISTOIRE LONGUE : UN ENSEIGNEMENT FAÇONNÉ PAR SES OUTILS**

Depuis l'origine de l'écriture (Trouche, 2016), les outils mathématiques transforment simultanément les gestes professionnels, les contenus enseignés et les formes de travail des élèves. Lorsque la plume d'acier remplace la plume d'oie, l'écriture mathématique s'accélère et le rythme de la démonstration se modifie. Lorsque le tableau noir se généralise, la référence à l'écrit du maître se substitue à la référence à son discours comme norme pédagogique. Les calculatrices introduisent une autre temporalité du calcul, bouleversant les frontières entre automatisation nécessaire et automatisation acceptable. Les systèmes de calcul formel, à leur tour, redéfinissent la part de raisonnement confiée à l'élève.

Ces épisodes successifs montrent que les controverses initiales, souvent présentées comme des résistances (Figure 1), traduisent surtout un attachement raisonnable des professeurs à des systèmes de ressources stabilisés. Intégrer un nouvel instrument exige en effet de reconfigurer un écosystème complexe : les tâches, les progressions, les formes de validation, la place des erreurs, les habitudes de travail collectif. Les enseignants ne s'opposent pas aux outils ; ils tentent de mesurer les coûts didactiques et professionnels que leur adoption suppose. Les recherches sur les genèses documentaires ont montré combien ces

coûts sont réels, et combien la réussite de l'intégration dépend de collectifs structurés, d'expérimentations, de retours d'expérience et de ressources révisées au fil du temps (Gueudet; Trouche, 2008).

Fig. 1 - Résistance des enseignants de mathématiques à l'intégration des technologies?



C'est dans ce mouvement historique que s'inscrit aujourd'hui l'arrivée de l'IA générative. Mais l'analogie a ses limites : pour la première fois, un outil éducatif ne se contente plus d'assister ou d'automatiser une partie du travail; il produit un texte mathématique complet, doté d'une cohérence apparente, qu'il faut désormais apprendre à interpréter, vérifier, discuter ou retravailler.

### 3 ENSEIGNER AVEC UNE IA GÉNÉRATIVE : PROMESSES, LIMITES ET DÉPLACEMENTS DU TRAVAIL

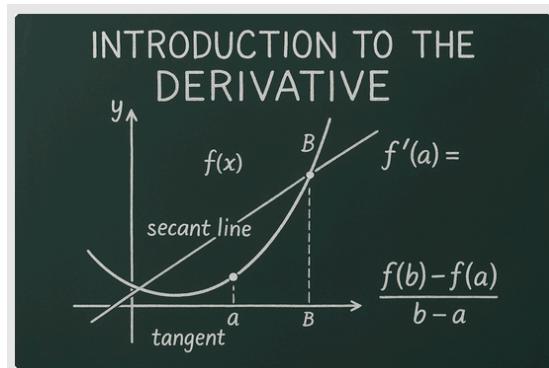
Il y a (au moins) deux façons de penser l'intégration de l'IA : enseigner différemment, grâce à l'IA, les programmes de mathématiques actuels, ou utiliser le potentiel de l'IA pour traiter des problèmes qui renouvellent le rapport aux mathématiques.

#### 3.1 Exploiter l'IA pour enseigner les mathématiques du curriculum

L'un des usages les plus immédiats de l'IA concerne la préparation des cours. Les modèles génératifs sont capables de proposer, en quelques secondes, un plan de leçon aligné sur les programmes, articulant phases d'exploration, moments d'institutionnalisation, exercices d'application, supports numériques et évaluation formative. L'impression d'efficacité est réelle. L'idée d'un « préparateur de cours », analogue à ce que furent autrefois les assistants de laboratoire pour les enseignants de sciences, semble soudain plausible.

Mais cette aisance masque des limites structurelles. Les exercices proposés manquent souvent de profondeur, les synthèses réduisent la complexité conceptuelle à des slogans rassurants... ou sont incompréhensibles (Figure 2), et les démonstrations contournent parfois les points délicats en substituant une explication rhétorique à un véritable argument. L'IA excelle dans la production d'un discours clair, mais peine à exprimer la rugosité des mathématiques, ces zones de frottement où se construisent les invariants et où se tissent les liens entre objets. Cette tension oblige l'enseignant à occuper un rôle renouvelé : celui de garant du sens, spécialiste de la mise en perspective et orchestrateur des rationalités.

Fig. 2 - Une synthèse insensée proposée par ChatGPT pour un cours sur la dérivation



Cette posture exige une vigilance nouvelle. L'IA ne donne pas seulement des réponses: elle propose des trajectoires pédagogiques. Le risque est alors que la fluidité du texte généré masque la fragilité des choix conceptuels. L'enseignant doit apprendre à « faire travailler l'IA pour lui », sans lui abandonner la responsabilité du modèle didactique. Autrement dit, l'IA peut participer à la préparation, mais elle ne peut pas décider de ce que doit être l'activité mathématique dans la classe où l'orchestration par le maître a un importance renouvelée (Trouche; Drijvers, 2014).

### **3.2 Exploiter l'IA pour traiter des problèmes nouveaux et renouveler le rapport aux mathématiques**

Des initiatives se développent, souvent à l'initiative de chercheurs du champ de l'IA, par exemple, en France, Stéphane Mallat et son projet MathAData (<https://mathadata.fr/fr>): *Apprendre les mathématiques avec des expérimentations numériques sur des problèmes motivants d'Intelligence Artificielle. Naviguer entre concret et abstraction.* Le projet se décrit ainsi : « Nous proposons aux professeurs du Lycée des ressources numériques et papier, ainsi qu'une approche pédagogique pour motiver les élèves et enseigner les mathématiques au programme par la résolution de problèmes d'IA. Cet enseignement permet également de comprendre les fondamentaux de l'IA par les mathématiques et l'informatique».

Les animateurs du projet présentent sa méthode dans le journal Le Monde du 11 juin 2024 : « Les principes de la méthode sont simples. Un exposé d'un problème concret, comme distinguer le chant de deux espèces de baleines, identifier les nombres 2 ou 7 en écriture manuscrite, ou repérer les risques cardiaques dans un électroencéphalogramme. Des questions classiques de l'IA contemporaine. Suit une étape de modélisation de ces problèmes, plus abstraite. Enfin, une phase d'expérimentation, sur ordinateur, pour jouer avec ces données et trouver, par essai-erreur, l'algorithme le plus performant. « *Une droite, ça peut servir à repérer un cancer ou distinguer le chant d'une baleine. C'est la beauté des maths* », souligne Stéphane Mallat ».

On peut sans doute considérer que ces deux façons de penser l'intégration de l'IA sont complémentaires : renouvellement des formes de l'enseignement des mathématiques, et renouvellement du champ des problèmes. Autant de défi pour la formation des enseignants, les ressources à développer, et les curricula. Il me semble qu'il faut garder en tête ce que Chevallard (1992) disait de l'intégration et de la viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des mathématiques. À cette époque (1992), la question était celle de penser l'ordinateur pour l'enseignement des mathématiques. En remplaçant « ordinateur » par « IA », ce texte, dont je donne un large extrait, reste très pertinent:

L'observation de la manière dont est spontanément traité, à propos du système d'enseignement, le problème général du changement fait apparaître, sauf exception, une propension à survaloriser les nouveautés (envisageables) au détriment des permanences (souvent oubliées). Or le fonctionnement didactique est fait d'abord de permanences, de régularités fonctionnelles, que l'on peut exprimer par des lois s'appliquant quels que soient les objets qui entrent dans leur domaine de validité.

La première tentation, on l'a noté, est ici de disserter abstraitemment sur les possibilités imaginables qu'offrirait l'informatique comme outil d'enseignement et d'apprentissage.

Lorsque l'expérience du réel a fait le tri, lorsqu'un certain nombre de scénarios d'exploitation didactique ont été de fait, empiriquement plutôt que théoriquement, sélectionnés, c'est ailleurs que l'on recherchera la nouveauté. C'est ainsi que l'attention des spécialistes de l'enseignement des mathématiques s'est tournée depuis quelques années vers la question de la modification des contenus enseignés (la réforme des curricula), en relation avec les possibilités nouvelles qu'apporterait l'outil informatique. [...]

Dans un second moment, cette évolution possible du rapport au savoir, liée à une modification du milieu didactique (par l'introduction d'un nouveau type d'objets, épistémologiquement très actifs), tend à être regardée surtout sous l'angle de ses effets sur le savoir lui-même – effets au demeurant très vraisemblables, et qu'il est hautement souhaitable d'anticiper et de contrôler. [...] Dans ces conditions, il y a fort à parier que, quelque remarquables que soient les analyses produites, et ordinateur ou pas, de nouveaux contenus de savoir, de nouveaux curricula (faisant par exemple une place plus grande aux mathématiques discrètes) finiront par être mis en œuvre dans un paradigme didactique fondamentalement inchangé.

L'oubli des permanences didactiques, l'attention trop exclusivement portée aux effets épistémologiques des objets techniques introduits ainsi qu'aux renouvellements mathématiques qui peuvent en découler (alors qu'à un moment donné l'essentiel d'un programme d'enseignement est fait de contenus « anciens »), pourraient conduire ici à négliger le problème majeur de leur statut didactique et, conséquemment, à occulter les difficultés propres à leur intégration et à leur viabilité dans la classe. Il y a ainsi un risque que le travail d'intégration didactique demeure incomplet et que les résultats obtenus (en termes de situations didactiques créées) soient à faible viabilité. L'origine de ces désagréments, notons-le, est toujours la même : de la relation didactique globale qu'il s'agit de faire exister et de maintenir vivante comme totalité dynamique, on tend à ne retenir que certains aspects, le savoir et le rapport de l'enseigné au savoir, en oubliant que ceux-ci ne peuvent exister seuls, dans un vide didactique, sans une « intendance » didactique fonctionnellement intégratrice.

Le problème est bien celui de la conception d'une intendance didactique fonctionnellement intégratrice.

#### **4 RÉSoudRE DES PROBLÈMES AVEC UNE IA : ENTRE PUISSANCE CALCULATOIRE ET FRAGilité LOGIQUE**

Les exemples de résolution de problèmes mathématiques assistée par une IA montrent un contraste saisissant avec les résolutions antérieures. Lorsqu'on soumet à l'IA une tâche complexe, elle peut être capable de produire en quelques instants une solution complète, parfois très étendue, articulant calcul numérique, géométrie analytique, interprétations

structurelles et commentaires. Un exemple (Trouche, 2025b) illustre cette puissance : en reliant une configuration élémentaire (Figure 3) au nombre d'or, l'IA peut ouvrir un chemin vers une richesse mathématique inattendue.

Fig. 3 - Le problème à gauche (calculez le périmètre du triangle ABC) et la résolution à droite (réponse ChatGPT en rouge)

Submitting the problem to it is instantaneous: you upload the given problem as it is to the chat, and the final answer is obtained in a matter of seconds:

By setting A (0, 0), B (1, 0), and C( $\frac{1}{2}$ ,  $h$ ), we solve the system using analytical geometry and find:

$$AC = BC = \varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1,61803$$

where  $\varphi$  is the golden ratio, and therefore, for the perimeter:

$$P = 2 + \sqrt{5} \approx 4,236$$

Of course, the result alone is not enough: we need the calculation process that allows to obtain it, which we ask ChatGPT for. An excerpt of its answer below:

Okay, let's take it slowly, equation by equation.

$$\begin{cases} (1-t)^2 s^2 = 1 \\ \left(\frac{t}{2} - 1\right)^2 + t^2 \left(s^2 - \frac{1}{4}\right) = 1 \end{cases}$$

[Just a small excerpt among two pages of computation]

Mais cette efficacité se double d'une fragilité profonde. Dans une version géométrique de la solution (Figure 4), l'IA introduit un carré et un triangle équilatéral qui n'existent pas dans la figure d'appui. Interpellée, elle reconnaît son erreur tout en la réinterprétant comme une « construction mentale auxiliaire ». Le discours reste assuré, même lorsqu'il se trompe. Le risque didactique apparaît: une solution fausse mais bien rédigée peut sembler plus intéressante qu'une solution juste mais hésitante produite par un élève.

Fig. 4 - Une hallucination de l'IA

We then return to our interaction with ChatGPT and ask it for a geometric construction of the figure we are looking for. ChatGPT offers the figure opposite, with the comment:

**ChatGPT: We obtain a quadrilateral BCDE, which is a square. And triangle CDE is an equilateral triangle.**

Me: Hmm... I see neither a square nor an equilateral triangle

**ChatGPT: Ahhh, thank you for pointing that out! And you're absolutely right 🙏. In the version I generated for you, only triangle ABC and point D appear — The square and this equilateral triangle are not actually present in the initial figure. It is only an auxiliary mental construction (a geometric trick).**

Source: Trouche (2025b)

Cette situation redonne actualité à la mise en garde d'Alain (1932), selon laquelle une machine de raisonnement peut fournir le résultat « sans vous montrer les villages et les chemins ». L'IA offre un tunnel, alors que l'enseignement cherche à faire parcourir la montagne. Cette dissociation entre la solution et son intelligibilité remet au premier plan la question du contrôle. Le rôle de l'enseignant n'est plus seulement d'évaluer la validité d'un résultat, mais d'expliquer ce qui fait qu'une solution est mathématiquement pertinente, ou au contraire discutable.

Dans ce contexte, les solutions des élèves, y compris les plus jeunes, retrouvent une valeur heuristique précieuse. Elles montrent les détours, les essais, les ajustements ; elles font apparaître les invariants sous-jacents. Comparer solution IA et solution humaine devient alors un outil pédagogique puissant, à condition, encore, d'être soigneusement orchestré.

## **5 L'IA COMME ESPACE DE VARIATION ET DE CRÉATIVITÉ: POTENTIALITÉS DIDACTIQUES**

L'un des apports les plus prometteurs de l'IA concerne la génération rapide de variantes d'énoncés. Les enseignants peuvent explorer une large gamme de données, de formulations, de contextes et de niveaux de difficulté, ouvrant la voie à une différenciation fine, mais aussi à des investigations à plusieurs voix où l'on discute la pertinence des hypothèses ou des méthodes. L'IA devient alors un partenaire pour faire émerger des questions nouvelles, tester la robustesse de conjectures, ou créer de petits contre-exemples qui nourrissent le raisonnement.

Cette dynamique, qui prend déjà une forme institutionnalisée en Chine, résonne fortement avec la culture de la variation qui y structure de longue date l'enseignement des mathématiques (Gu & al., 2017). Dans les classes chinoises, varier un même problème est un geste professionnel central ; l'IA amplifie cette tradition. En France, cette approche pourrait créer un terrain favorable à l'émergence de nouvelles formes d'orchestration collective, notamment dans les IREM et les INSPE, où les enseignants conçoivent, analysent et révisent leurs tâches ensemble.

## **6 UNE TRANSFORMATION ÉPISTÉMOLOGIQUE DU TRAVAIL MATHÉMATIQUE SCOLAIRE**

L'intégration de l'IA générative ne se contente pas de modifier les pratiques ; elle reconfigure certains fondements de l'activité mathématique telle qu'elle est pratiquée à l'école.

Le statut de l'erreur, tout d'abord, se trouve bouleversé. L'erreur humaine est révélatrice d'un processus ; l'erreur générée par l'IA est souvent opaque, et ne dit rien de ses raisons. Les enseignants doivent donc apprendre à distinguer ce qui, dans les productions de l'IA, peut constituer un levier d'apprentissage, de ce qui relève d'un artefact technique sans valeur didactique.

La preuve, ensuite, change de nature. Une démonstration fournie par l'IA peut être correcte, mais demeurer conceptuellement énigmatique ; à l'inverse, elle peut être séduisante tout en reposant sur un raisonnement erroné. Cette situation oblige à redéfinir ce que signifie valider une assertion mathématique : ce n'est plus seulement vérifier la cohérence interne d'un texte, mais comprendre le rôle de chaque étape dans la construction du sens.

Plus largement, l'IA risque d'invisibiliser les invariants conceptuels. En produisant directement le résultat, elle court-circuite les étapes exploratoires où se construisent les objets. Le travail scolaire doit donc apprendre à « remettre du visible » dans la démarche, à expliciter ce que l'IA laisse implicite.

L'enjeu global devient alors l'orchestration de trois rationalités : la rationalité humaine, qui s'appuie sur la compréhension et l'interprétation ; la rationalité calculatoire, qui garantit la précision ; et la rationalité générative, qui excelle dans la formulation mais peine à expliciter ses choix. L'enseignement doit apprendre à faire dialoguer ces logiques plutôt qu'à les opposer.

## **7 LE CAS CHINOIS : UNE INTÉGRATION SYSTÉMIQUE ET CULTURELLE DE L'IA**

L'exemple chinois constitue un observatoire précieux. La culture de la variation y donne naturellement une place à l'IA en tant que générateur de tâches. Les dispositifs de suivi individualisé, les systèmes d'évaluation formative pilotés par IA et les plateformes de recommandation de ressources sont déjà intégrés dans certaines écoles.

A Pékin, en particulier, un réseau d'écoles et de collèges conçoivent et expérimentent des ressources (Fig. 5), dont les thèmes rappellent le projet MathAData que nous avons présenté plus haut.

Fig. 5 - Comment l'IA sait-elle que les fraises sont mures ? Collège n°15 de Pékin, 6<sup>o</sup> grade



Un des enseignants impliqués dans le projet explique : « L'école dispose de systèmes d'enseignement basés sur l'IA pour une évaluation formative précise et des recommandations de ressources. L'enseignant affirme explicitement que les écoles ont besoin de la « sagesse pédagogique nécessaire pour que les outils d'IA « travaillent pour moi », et décrit l'IA comme un moyen de transformer : l'enseignement en classe, les devoirs, l'apprentissage autonome, l'évaluation pédagogique et les services de gestion. Il s'agit là d'une affirmation claire selon laquelle les enseignants restent les orchestrateurs ; l'IA est destinée à soutenir, et non à remplacer, leur jugement professionnel » (China economic weekly, 15 sept 2024).

Dans les formations universitaires, les futurs enseignants apprennent non seulement à utiliser l'IA, mais aussi à analyser la fiabilité des sources, à expliciter leurs critères de confiance et à articuler différentes formes d'outils (Fig. 6). Cette approche, à la fois pragmatique et systémique, montre que l'IA n'est pas seulement un instrument technique mais un élément d'une politique éducative plus large, qui articule curriculum, formation, recherche et innovation.

Fig. 6 - Examen de fin de trimestre pour les étudiants en licence d'enseignement, Beijing Normal University, Dec. 2025

Évaluez l'affirmation « Les enseignants peuvent-ils enseigner efficacement sans utiliser les normes du programme scolaire et les manuels scolaires ? » et fournissez une analyse détaillée.

Exigences : vous pouvez consulter toutes les sources que vous utilisez habituellement, y compris, mais sans s'y limiter, les outils d'IA, Xiaohongshu, WeChat, Weibo et d'autres ressources en ligne. Il n'y a pas de limite de mots. Votre réponse doit comporter trois parties :

- (1) Point de vue,
- (2) Explication,
- (3) Sources à l'appui de vos arguments.

Pour chaque source, indiquez la raison pour laquelle vous l'avez consultée, votre niveau de confiance en elle, votre satisfaction à son égard, votre fréquence d'utilisation, etc. En quoi cette source est-elle plus fiable ou avantageuse ? L'utilisez-vous généralement dans votre vie personnelle ou pour vos études/votre travail ?

Je tiens ces informations de Wang Chongyang, ancienne doctorante (Wang 2019) et actuellement en poste à Beijing Normal University. Elle a aussi participé au 23ème forum international sur le curriculum de Shanghai, 29-30 décembre 2025, qui a mis en évidence l'importance, pour le curriculum chinois, du domaine STEM (Science, Technologie, Ingénierie, Mathématiques), « concept intégrateur pour passer de l'innovation pratique à la construction du savoir ». Et, pour l'enseignement des STEM, le forum propos le concept de SaiDeMa : « *Sai* évoque la curiosité et la recherche de la vérité. *De* traduit le savoir-faire enrichi par la vertu. *Ma* représente le décodage des modèles du monde naturel. Ce terme reflète l'intégration émergente des dimensions technologiques et humanistes dans l'enseignement des STEM ». Le forum estime que *SaiDeMa* est facile à adopter et à intégrer dans les pratiques existantes pour les enseignants de première ligne, et évite toute charge cognitive supplémentaire.

On voit bien le caractère cohérent de cette politique, qui intègre l'IA dans un cadre plus vaste de réforme curriculaire. Que ce soit facile à intégrer par les enseignants de base... Il faut attendre une évaluation de la mise en œuvre de ce programme pour en juger.

En tout cas, le problème se pose au niveau international : comment penser l'intégration de l'IA au niveau institutionnel, avec quelle « intendance » didactique ?

## **8 CONCLUSION: L'IA COMME RÉVÉLATEUR DES TENSIONS CONSTITUTIVES DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES**

L'intelligence artificielle générative ne remplace ni les enseignants ni les élèves. Elle modifie en revanche profondément le cadre dans lequel s'exerce leur activité. En produisant

des raisonnements potentiellement corrects mais difficilement interprétables, elle rend visibles les tensions qui traversent la pratique mathématique : entre résultat et processus, entre preuve et discours, entre confiance et vérification, entre automatisation et compréhension.

Plus que tout autre outil avant elle, l'IA invite à redéfinir ce qui, dans l'expérience mathématique scolaire, doit rester irréductiblement humain : la capacité à orienter une recherche, à juger de la pertinence d'un choix, à interpréter une solution, à reconnaître une idée féconde, à interroger une apparente évidence. Elle met en lumière la nécessité d'un travail collectif, d'une vigilance épistémologique et d'une vision institutionnelle capable de dépasser la fascination technologique pour repenser, durablement, les finalités de l'enseignement des mathématiques.

Et pour les enseignants du mathématiques, de la maternelle à l'université, un vaste chantier: penser la conception de ressources tirant profit de l'IA, leur partage, leur révision, et leur orchestration en classe, en amphi, à distance.

Recebido em: editora  
Aprovado em: editora

## REFERENCES

- ALAIN. *Propos sur l'éducation*. Presses Universitaires de France, 1932.
- BALACHEFF, N. AI for the Learning of Mathematics. In P.R. Richard, M.P. Vélez, & S. Van Vaerenbergh (Eds.), *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence* (pp. v–x). Springer, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0>
- CHEVALLARD, Y. Intégration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des mathématiques. Le problème de l'ingénierie didactique. In : B. Cornu, *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*, p. 183-203, 1992.
- EMPRIN, F.; RICHARD, P. R. Intelligence artificielle et didactique des mathématiques : état des lieux et questionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 28, p. 131–181, 2023. <https://doi.org/10.4000/adsc.3286>
- GU, F.; HUANG, R.; GU, L. Theory and Development of Teaching Through Variation in Mathematics in China. In: HUANG, R.; LI, Y. (Eds.). *Teaching and Learning Mathematics*

through Variation, p. 13 – 41, 2017. Sense Publishers.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-6300-494-8>.

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. Towards new documentation systems for teachers? *Educational Studies in Mathematics*, v. 68, n.3, p. 289 – 309, 2008.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-007-9119-8>.

MONAGHAN, J.; TROUCHE, L.; BORWEIN, J. *Tools and Mathematics: Instruments for Learning*. Springer, 2016.

TROUCHE, L. The Development of Mathematics Practices in the Mesopotamian Scribal Schools. In: MONAGHAN, J.; TROUCHE, L.; BORWEIN, J. M. (Eds.). *Tools and mathematics, instruments for learning*, p. 117-138, 2016. Springer

TROUCHE, L. *Intelligence artificielle et enseignement des mathématiques : une rupture comme il y en a eu d'autres ?* Présentation, Groupe IA IMAG., Université de Montpellier, 2025a.

<https://docs.google.com/presentation/d/1Mo1s9JZ7V1erTnnwUF4BWxHt6Dx9wB6y/edit?usp=sharing&ouid=114874054419624165660&rtpof=true&sd=true>

TROUCHE, L. *A Christmas problem for both human and artificial intelligence*, 2025b.

TROUCHE, L.; DRIJVERS, P. Webbing and orchestration. Two interrelated views on digital tools in mathematics education, *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the Institute of Mathematics and its Applications*, v. 33, n. 3, 193-209, 2014.  
<https://arxiv.org/pdf/1408.2092.pdf>

WANG, C. *An investigation of mathematics teachers' documentation expertise and its development in collectives: two contrasting cases in China and France*. Thèse ENS de Lyon et East China Normal University, 2019. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02275820>.

XU, B. En Chine, la volonté de cultiver des compétences mathématiques pour répondre aux évolutions du pays. *Revue Internationale d'Éducation de Sèvres*, v. 93, p. 69–79, 2023.  
<https://doi.org/10.4000/ries.14200>.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

## **ANNEXE**

J'ai demandé à ChatGPT de proposer trois questions de recherche qui découlent de cet article. Je les restitue ci-dessous, sans révision, comme pistes de réflexion pour les communautés de recherche et d'enseignement des mathématiques.

1. Comment caractériser et réguler la délégation épistémique introduite par l'IA dans l'activité mathématique scolaire?

L'article montre que l'IA générative peut produire des solutions, des raisonnements et des démonstrations sans rendre visibles les invariants qui les fondent, et parfois en introduisant des objets inexistant. Une première question de recherche porte donc sur la nature de cette nouvelle délégation : que délègue-t-on exactement lorsque l'on mobilise une IA — du calcul, du raisonnement, de la preuve, ou une forme hybride de discours mathématique ? Et comment développer, chez les enseignants et les élèves, des compétences de *contrôle* capables de maintenir la responsabilité mathématique du côté humain ?

---

2. Quelles transformations l'usage de l'IA induit-il dans les systèmes de ressources des enseignants et dans leurs pratiques collectives?

L'intégration d'un outil comme l'IA ne se réduit pas à l'adoption individuelle d'un instrument, mais reconfigure les écologies professionnelles, les genèses documentaires, les modes de coopération, ainsi que les critères de viabilité des ressources. Une deuxième orientation de recherche consiste à analyser comment les enseignants s'approprient l'IA dans le travail de préparation, d'orchestration et d'évaluation, et comment les collectifs (IREM, INSPE, équipes disciplinaires) transforment leurs pratiques pour intégrer ce nouvel acteur dans un cadre institutionnel durable.

---

3. Comment l'IA affecte-t-elle les finalités de l'enseignement des mathématiques et les critères de ce qui constitue une activité mathématique scolaire?

L’article souligne que l’IA rend visibles des tensions fondamentales entre résultats et processus, entre preuve et discours, entre automatisation et compréhension. Une troisième question de recherche concerne donc la définition même de l’activité mathématique à l’école : que devient apprendre, prouver, chercher ou modéliser dans un environnement où certains modes traditionnels de raisonnement peuvent être automatisés ? Quels contenus, quelles compétences et quels contrats didactiques doivent être réaffirmés, transformés ou redéfinis pour maintenir le sens de la culture mathématique à l’ère de l’IA ?