

L'Enseignant « Columbo »

Repenser la Didactique des Mathématiques à l'Ère de l'Intelligence Artificielle

Introduction : Une révolution silencieuse

L'histoire de l'enseignement est ponctuée de ruptures technologiques qui ne se contentent pas d'ajouter des outils, mais redéfinissent parfois la nature même des savoirs enseignés¹. L'arrivée des calculatrices graphiques, puis des logiciels de géométrie dynamique, a déjà profondément modifié nos pratiques. Aujourd'hui, l'intelligence artificielle générative constitue une nouvelle rupture, peut-être la plus profonde depuis l'invention de l'imprimerie.

En France, selon une enquête menée par l'INRIA en 2024, près de 90 % des lycéens de seconde déclarent avoir déjà utilisé une IA générative pour s'aider dans leurs devoirs². Face à ce constat, deux attitudes s'affrontent : la tentation de l'interdiction pure et simple, ou celle de l'intégration réfléchie. Cet article défend une troisième voie : celle d'une transformation de notre posture pédagogique que je présenterais comme le passage du modèle « Sherlock Holmes » au modèle « Columbo ».

1. La leçon du passé : quand la technologie déplace les enjeux

1.1 L'exemple révélateur du tableau de variations

Avant l'avènement des calculatrices graphiques, le tableau de variations représentait l'aboutissement d'un long processus d'analyse. Il était l'étape indispensable, le « résultat » final permettant de tracer manuellement la courbe d'une fonction. Le tracé

¹Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(1-2), 9-42.

²Rapport du Sénat (2024). IA et éducation : état des lieux et perspectives.

de la courbe constituait, il y a vingt ans encore, une épreuve du baccalauréat et l'objectif terminal du problème d'analyse. Se lancer dans la construction d'une courbe sans un tableau de variations complet était hasardeux et voué à l'échec.

L'arrivée de la technologie a inversé cette logique. Aujourd'hui, la courbe est devenue un « donné » immédiat, accessible d'un simple clic. Le tracé de courbe a disparu des examens. Pourtant, le tableau de variations n'a pas disparu ; son rôle a muté. Il sert désormais à récapituler et à donner du sens à un objet déjà visible. Personne ne remet en question la véracité de la courbe produite par la calculatrice graphique. L'enseignant a reconstruit le discours autour du tableau de variations : celui-ci est désormais le schéma récapitulatif des éléments de la courbe.

1.2 Ce que l'IA change fondamentalement

L'IA générative pousse cette logique à son paroxysme. Elle ne se contente pas de fournir des graphiques ou des calculs : elle propose des raisonnements complets, des démonstrations structurées, des solutions argumentées. Les recherches récentes en didactique des mathématiques³ soulignent que l'IA reconfigure les « situations didactiques » en créant de nouveaux « milieux » où les élèves sont appelés à coopérer avec la machine, à adopter une posture critique, à « converser » avec elle pour construire du sens mathématique.

Cette évolution s'inscrit dans le cadre théorique de la Théorie des Situations Didactiques développée par Guy Brousseau⁴. Dans ce cadre, le « milieu » désigne le système antagoniste auquel l'élève est confronté. Traditionnellement, ce milieu était constitué par le problème mathématique lui-même. Avec l'IA, le milieu s'enrichit d'un nouvel élément : la réponse générée par la machine, qu'il faut analyser, valider ou réfuter.

2. Du mode « Sherlock » au mode « Columbo » : un changement de paradigme

³Emprin, F. & Richard, P.R. (2023). Intelligence artificielle et didactique des mathématiques : état des lieux et questionnements. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 28, 131-181.

⁴Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.

2.1 Le modèle traditionnel : l'élève-enquêteur

Historiquement, l'élève était placé dans une posture de « Sherlock Holmes » ou d'Hercule Poirot. Il partait d'une énigme — l'énoncé du problème — pour chercher seul la solution. L'enseignant était alors le « révélateur d'énigme » et la source unique des explications. Cette posture valorisait la capacité à découvrir, à produire, à résoudre.

Ce modèle a fait ses preuves pendant des décennies. Il développait l'autonomie, la persévérance, la créativité mathématique. Mais il reposait sur une asymétrie fondamentale : l'élève ne savait pas, l'enseignant savait, et le savoir se transmettait par un processus de découverte guidée.

2.2 Le nouveau modèle : l'élève-validateur

L'IA change radicalement la donne en fournissant un accès immédiat aux savoirs et aux solutions⁵. Face à une réponse déjà connue ou générée instantanément, l'élève doit adopter une nouvelle posture : celle du lieutenant Columbo.

Dans la série télévisée, Columbo connaît généralement le coupable dès le début de l'épisode. Son travail ne consiste pas à découvrir « qui a fait le coup », mais à construire la preuve, à traquer les incohérences, à démontrer la culpabilité. C'est exactement la posture que nous devons désormais cultiver chez nos élèves.

L'enjeu pédagogique se déplace ainsi de la production brute vers
l'analyse et la validation critique des solutions proposées par la
machine.

2.3 Les compétences du « mode Columbo »

La littérature internationale récente⁶ identifie plusieurs compétences clés valorisées par ce nouveau paradigme :

⁵Richard, P.R. et al. (2022). *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence*. Springer.

⁶Almarashdi, H. et al. (2024). *Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Systematic Review*. Educational Technology & Society.

- **L'analyse critique** : examiner une solution proposée, identifier ses forces et ses faiblesses, repérer les erreurs de raisonnement ou les « hallucinations » de l'IA.
- **La régulation** : ajuster sa propre démarche en fonction des retours de la machine, reformuler ses questions, préciser ses attentes.
- **La validation** : vérifier la cohérence mathématique d'une réponse, la confronter à d'autres sources, tester ses limites.
- **L'évaluation** : juger de la pertinence d'une stratégie, apprécier la diversité des approches possibles, choisir la plus adaptée au contexte.
- **La métacognition** : réfléchir sur son propre processus d'apprentissage, comprendre ce que l'on comprend et ce qui reste obscur.

3. La métamorphose du rôle de l'enseignant

3.1 De transmetteur à orchestrateur

Dans ce nouvel environnement, l'enseignant ne disparaît pas — bien au contraire. Mais son rôle se transforme profondément. Il devient ce que certains chercheurs appellent un « metteur en scène d'environnements d'apprentissage »⁷. Cette métaphore est éclairante : comme un metteur en scène, l'enseignant ne joue pas lui-même sur scène, mais il organise l'espace, choisit les angles, guide les acteurs, donne du sens à l'ensemble.

L'apprentissage ne se termine plus là où l'IA donne une réponse. Il commence précisément à cet endroit. L'enseignant devient celui qui transforme une réponse « trop parfaite » en objet à disséquer, une explication « trop fluide » en matière à questionner, une proposition d'IA en terrain d'entraînement au discernement.

3.2 Les trois nouveaux axes du métier

⁷Kasneci, E. et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.

Les travaux de l'UNESCO⁸ et du Ministère de l'Éducation nationale⁹ permettent d'identifier trois axes majeurs autour desquels s'articule désormais le rôle de l'enseignant :

Premier axe : Curateur et validateur. Puisque l'IA génère facilement des supports (flashcards, quiz, résumés, exercices), l'enseignant doit sélectionner et garantir la rigueur de ces contenus. Il ne crée plus tout ex nihilo, mais il filtre, ajuste, contextualise. Cette tâche exige une expertise disciplinaire renforcée, car il faut être capable de repérer les erreurs subtiles que l'IA peut produire.

Deuxième axe : Guide de la compréhension. L'enseignant ne livre plus seulement des méthodes, mais aide l'élève à donner du sens, à contextualiser, à relier les notions entre elles. Face à une IA qui peut fournir des procédures, l'enseignant apporte ce qu'aucune machine ne peut offrir : la compréhension profonde, l'intuition mathématique, le lien avec l'expérience vécue.

Troisième axe : Garant de l'esprit critique. Sa mission fondamentale est de former l'élève à débusquer les « hallucinations » ou les erreurs de raisonnement de l'IA. L'erreur devient alors un levier d'apprentissage, une opportunité pédagogique. C'est peut-être le changement le plus profond : l'erreur de la machine, loin d'être un obstacle, devient un matériau didactique de premier ordre.

3.3 Ce que l'enseignant garde en exclusivité

Certaines compétences restent irréductiblement humaines et constituent le cœur du métier d'enseignant à l'ère de l'IA :

→ **La présence** : la manière d'entrer dans la salle, d'observer un froncement de sourcil qui dit « je ne comprends plus », de poser une main sur une épaule.

Aucune IA ne « sent » une classe.

→ **La relation** : le climat de confiance qui fait qu'un élève ose poser une question, le sourire qui rassure, l'ajustement de la voix quand l'attention décroche.

⁸UNESCO (2024). Référentiels de compétences en IA pour les élèves et les enseignants. Paris : UNESCO.

⁹Ministère de l'Éducation nationale (2024). Intelligence artificielle et éducation : apports de la recherche et enjeux pour les politiques publiques.

→ **L'intelligence du moment** : le changement de stratégie décidé en une seconde, la phrase improvisée qui débloque une explication, l'activité inventée parce que la classe a besoin d'un détour.

4. L'élève en dialogue critique : une nouvelle dynamique d'apprentissage

4.1 L'IA comme « milieu » au sens de Brousseau

Loin de rendre l'élève passif, l'IA reconfigure les situations de classe en créant de nouveaux « milieux » didactiques au sens où l'entendait Guy Brousseau¹⁰. Dans la Théorie des Situations Didactiques, le milieu est le système antagoniste qui réagit aux propositions de l'élève. Il doit offrir des rétroactions permettant à l'élève d'ajuster sa stratégie sans intervention directe de l'enseignant.

L'IA peut jouer ce rôle de manière inédite. Elle propose des réponses que l'élève doit évaluer. Elle peut se tromper, ce qui crée des opportunités d'apprentissage. Elle peut être interrogée de manière itérative, permettant un dialogue qui ressemble à celui d'un tuteur patient — mais un tuteur dont il faut systématiquement vérifier les dires.

4.2 La conversation constructive avec la machine

Les recherches récentes¹¹ montrent que l'élève est invité à « converser » avec la machine, non pour obtenir une réponse passive, mais pour construire du sens mathématique à travers un usage réflexif. Cette conversation prend plusieurs formes.

→ **Le questionnement progressif** : affiner sa demande, préciser les contraintes, reformuler pour obtenir une réponse plus pertinente.

→ **La confrontation** : proposer un contre-exemple, demander une justification, tester les limites de la réponse.

¹⁰Bloch, I. & Gibel, P. (2024). Construction de modèles en didactique. L'exemple de la TSD et des études sémiotiques. *Revue Caminhos da Educação Matemática*.

¹¹Essel, H.B. et al. (2024). The impact of ChatGPT on critical thinking and problem-solving skills. *Computers & Education*, 205.

→ **La vérification croisée** : comparer la réponse de l'IA avec d'autres sources, avec ses propres connaissances, avec l'avis de ses pairs.

→ **La métaréflexion** : analyser pourquoi l'IA a répondu ainsi, quelles données elle a probablement utilisées, quels biais peuvent l'affecter.

4.3 Du reproducteur au juge

L'élève n'est plus celui qui reproduit mécaniquement une démarche apprise, mais celui qui juge de la pertinence et des limites d'un raisonnement produit par un tiers¹². Cette évolution est considérable. Elle valorise des compétences de haut niveau — analyse, synthèse, évaluation — qui étaient traditionnellement réservées aux élèves les plus avancés.

La taxonomie de Bloom prend ici tout son sens : les niveaux inférieurs (memoriser, comprendre, appliquer) peuvent être délégués en partie à l'IA, tandis que les niveaux supérieurs (analyser, évaluer, créer) deviennent le cœur de l'activité intellectuelle de l'élève.

5. Applications concrètes pour la classe de mathématiques

Petit à petit, des enseignants s'emparent de l'IA et veulent l'investir dans leur enseignement. Les propositions suivantes ne sont que des pistes à explorer.

5.1 Scénario 1 : La chasse aux erreurs

L'enseignant demande à l'IA de résoudre un problème de géométrie. La solution générée contient volontairement (ou fortuitement) des erreurs subtiles : une hypothèse utilisée sans être vérifiée, une confusion entre condition nécessaire et suffisante, un cas particulier non traité.

Les élèves, en groupes, doivent identifier ces erreurs, les corriger, et justifier leurs corrections. Cette activité développe l'esprit critique tout en consolidant les

¹²Wardat, Y. et al. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7).

connaissances mathématiques. Elle inverse le rapport traditionnel : ce n'est plus l'enseignant qui corrige, mais l'élève qui corrige « l'expert ».

5.2 Scénario 2 : Le débat contradictoire

Face à un problème d'optimisation, on demande à deux IA différentes (ou à la même IA avec des prompts différents) de proposer une solution. Les élèves doivent comparer les approches, identifier les forces et faiblesses de chacune, et argumenter en faveur de l'une ou l'autre.

Cette activité développe la capacité d'argumentation mathématique et montre qu'il n'existe pas toujours une « bonne » réponse unique, mais des approches plus ou moins adaptées au contexte.

5.3 Scénario 3 : La rétro-ingénierie

L'enseignant présente une solution complète générée par IA et demande aux élèves de reconstruire l'énoncé du problème qui aurait pu conduire à cette solution. Cette activité inverse le processus habituel et développe une compréhension profonde des liens entre problème et solution.

5.4 Scénario 4 : L'amélioration itérative

L'élève pose un problème à l'IA, analyse la réponse, puis reformule sa question pour obtenir une réponse plus précise ou plus complète. Ce processus itératif développe à la fois la compétence de « prompting » (savoir poser des questions pertinentes) et la compréhension mathématique profonde. Les exercices de probabilités nous semblent les plus « prometteurs »

6. Former à l'esprit critique : le protocole A.U.D.I.T.

Pour structurer l'apprentissage de l'esprit critique face à l'IA, nous proposons le protocole A.U.D.I.T., un acronyme mnémotechnique qui guide l'élève dans son analyse :

A — Analyser la réponse : Que dit exactement l'IA ? Quelle méthode utilise-t-elle ? Quelles hypothèses fait-elle implicitement ?

U — Utiliser ses connaissances : Est-ce cohérent avec ce que je sais ? Y a-t-il des contradictions avec le cours, avec mes expériences précédentes ?

D — Douter toujours des réponses obtenues : L'IA a-t-elle fait des erreurs de calcul, de logique, d'interprétation ? A-t-elle « halluciné » des informations ?

I — Interroger les limites : Cette réponse est-elle complète ? Y a-t-il des cas particuliers non traités ? Des généralisations abusives ?

T — Tester et vérifier : Puis-je vérifier le résultat par un autre moyen ? Un contre-exemple ? Une autre approche ?

Ce protocole structure la démarche critique et la rend accessible à tous les élèves.

7. Les écueils à éviter

7.1 Le risque de passivité

Le premier écueil serait de laisser l'élève devenir un simple consommateur de réponses toutes faites. Les recherches¹³ montrent qu'une utilisation non encadrée de ChatGPT peut réduire la motivation à développer une pensée indépendante.

L'enseignant doit donc structurer les activités de manière à ce que l'utilisation de l'IA soit toujours accompagnée d'une exigence d'analyse critique.

7.2 La confiance aveugle

Les IA génératives produisent des réponses avec une assurance qui peut tromper. Elles « hallucinent » parfois, inventant des théorèmes inexistantes ou des démonstrations fausses mais plausibles. Former à la méfiance constructive est essentiel.

7.3 L'abandon des fondamentaux

L'IA ne dispense pas d'acquérir les bases. Un élève qui ne maîtrise pas les notions fondamentales sera incapable d'évaluer la pertinence d'une réponse générée. Le socle de connaissances reste indispensable — c'est lui qui permet l'esprit critique.

¹³Frontiers in Education (2025). ChatGPT in school mathematics education: A systematic review.

7.4 Les questions éthiques et juridiques

Le cadre d'usage de l'IA en éducation rappelle l'importance de protéger les données personnelles des élèves. L'utilisation d'outils IA en classe doit respecter ce cadre pour garantir la confidentialité des informations partagées avec ces systèmes.

Conclusion : Vers une pédagogie du jugement

L'évolution didactique actuelle nous invite à passer d'une école de la résolution à une école de la validation. En adoptant cette posture « Columbo », l'enseignement gagne en profondeur : on ne demande plus seulement à l'élève de *savoir faire*, on lui demande de *comprendre ce qui est fait* et de *pouvoir le prouver*.

Cette transformation n'est pas une menace pour notre métier — elle en est peut-être la plus belle opportunité. Elle nous libère des tâches les plus mécaniques pour nous recentrer sur ce qui fait l'essence de l'enseignement : donner du sens, éveiller l'esprit critique, accompagner la construction d'une pensée autonome.

C'est ainsi que la technologie, au lieu d'appauvrir la réflexion, devient le catalyseur d'une exigence intellectuelle renouvelée. Le lieutenant Columbo, avec son air faussement naïf et ses questions déstabilisantes, nous montre la voie : ce n'est pas celui qui détient la réponse qui gagne, mais celui qui sait la questionner.

« Juste une dernière chose... » — Cette phrase culte de Columbo pourrait devenir notre devise pédagogique. Car c'est toujours dans cette « dernière chose », dans ce questionnement supplémentaire, que se niche l'apprentissage véritable.

Références bibliographiques

- Almarashdi, H. et al. (2024). *Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Systematic Review*. Educational Technology & Society.
- Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(1-2), 9-42.
- Bloch, I. & Gibel, P. (2024). Construction de modèles en didactique. *Revue Caminhos da Educação Matemática*.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- CNIL (2025). *Enseignant : comment utiliser un système d'IA dans le cadre de vos missions ?* Guide pratique.
- Emprin, F. & Richard, P.R. (2023). Intelligence artificielle et didactique des mathématiques. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 28, 131-181.
- Essel, H.B. et al. (2024). The impact of ChatGPT on critical thinking. *Computers & Education*, 205.
- Kasneci, E. et al. (2023). ChatGPT for good? *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- L'IA en éducation – Cadre d'usage* Ministère de l'Éducation nationale (juin 2025).
- Projet AI4T - Erasmus+ (2024). *Intelligence artificielle pour et par les enseignants*. MOOC FUN-MOOC.
- Rapport du Sénat (2024). *IA et éducation : état des lieux et perspectives*. Paris.
- Richard, P.R. et al. (2022). *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence*. Springer.
- UNESCO (2024). *Référentiels de compétences en IA pour les élèves et les enseignants*. Paris : UNESCO.
- Wardat, Y. et al. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7).