

L'IA mathématicienne : Quelles limites ?

Jean Michel Kantor

En collaboration avec Erik Lambert

"La machine analytique n'a pas la prétention de donner naissance à quoi que ce soit. Elle peut seulement effectuer tout ce que nous savons lui ordonner de faire."



Lady Ada LOVELACE (1815-1852), fille de Lord BYRON, la première informaticienne.

[Introduction : Les Tsunamis de l'IA](#)

[Survol historique : de Turing à l'IAG \(1956-2025\)](#)

[Les relations de l'IA et des mathématiques.](#)

[La mécanisation des mathématiques](#)

[L'intuition et les efforts récents de l'aide de l'IA à la recherche mathématique](#)

[L'intuition chez Poincaré et le défi de Kantor](#)

[Guider l'intuition](#)

[Au-delà des seules mathématiques : l'avenir de l'IA](#)

[L'absence d'un corps](#)

[L'IA, les lettres et la philosophie](#)

[Poésie, fiction, esthétique](#)

[Conclusion : l'appel à Lem !](#)

[Le point final](#)

[Remerciements](#)

[Bibliographie](#)

Introduction : Les Tsunamis de l'IA

Un véritable tsunami a été déclenché par ce mot de deux lettres : IA, Intelligence Artificielle, toutes ces dernières années. Pas un tsunami, plusieurs tsunamis se propulsant mutuellement : le tsunami dans les médias, avec une multitude d'annonces -

vraies ou fausses, de promesses rarement réalisées, de craintes dignes de la science-fiction¹.

Un autre tsunami, celui des investissements en milliards pour les grandes entreprises qui s'auto-financent l'une l'autre, peut-être la prémisse d'une bulle financière et politique et d'un éclatement dramatique. Ces deux tsunamis donnent parfois l'impression de collaborer à un schéma de Ponzi mondial. Ils sont accompagnés de tsunamis énergétiques et constituent assurément la preuve invasive d'un système technique d'un nouveau genre .

Face à ce déluge chaotique, limitons-nous à un domaine-test observé minutieusement : celui des applications des nouveaux outils de la technologie de l'IA aux mathématiques. N'oublions pas que l'IA n'est pas une science, malgré l'ambition de certains de ses créateurs, mais une technologie.

Survol historique : de Turing à l'IA (1956-2025)

Avant de parcourir rapidement l'histoire de l'intelligence artificielle, une remarque s'impose : cette histoire est une revanche formidable de la technologie, souvent méprisée, en particulier par les intellectuels. C'est avec mépris (idéologique ?) qu'on a voulu éliminer un ensemble de procédés reposant sur des méthodes inductives, malgré leurs nombreux succès. Citons encore Yann Le Cun narrant les premiers succès avec le deep learning : "Ce n'était pourtant qu'un ensemble de techniques particulières à l'intérieur du domaine plus large de « l'apprentissage-machine » [Le Cun]. Cette technique, alliée aux sciences, et d'abord aux mathématiques, est en train de changer le monde.

Après le travail fondateur de Turing (1912-1954), l'intelligence artificielle est officiellement née en 1956 lors d'une réunion à Dartmouth dans le but annoncé de « créer une machine pour imiter l'apprentissage ou tout autre élément d'intelligence humaine ». Participaient entre autres à cette réunion fondatrice Claude Shannon (1916-2001), génial père de la théorie de l'information, Marvin Minsky (1927-2016) et Herbert Simon (1916-2001, Prix dit en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel d'économie en 1978).

Dans une première étape s'est développée l'IA symbolique, reposant sur la manipulation des règles de la logique classique. Les premières années produisirent un grand enthousiasme, reflété par les déclarations de Simon en 1958 : *"I am willing to make the following predictions to be realized within the next ten years... : a digital computer will discover and prove an important mathematical theorem"* , ou encore de Minsky en 1970 : « Dans trois à huit ans nous aurons une machine avec l'intelligence générale d'un humain ordinaire ».

Mais devant la complexité du traitement informatique des règles logiques, l'IA symbolique perdit rapidement son dynamisme et fut remplacée à partir de années 80 par l'IA connexionniste. Ce terme évoque le fonctionnement inspiré du réseau de neurones du cerveau, connectés par des milliards de synapses. À partir des années 1990-2000, les résultats obtenus par les couches de réseaux de neurones artificiels (apprentissage profond), exploitant les méthodes statistiques, sont impressionnants.

Une nouvelle étape s'est ouverte à partir de la fin des années 2010 avec les grands modèles de langage (LLM) qui gèrent des quantités énormes de données (d'abord des morceaux de mots, les tokens, puis des mots, puis des images) grâce à l'invention de logiciels très élaborés (comme les Transformers introduits en 2017 et présentés sous un nom révélateur à partir d'un logiciel avec un nom révélateur « *Attention is all you need* ») qui traitent simultanément tous les mots d'une phrase afin de la prolonger.

¹ D'où le sous-titre de mon livre : *Où va l'intelligence artificielle ? (Du Golem à Pygmalion)*

Pourtant dès 2001 deux informaticiens, Ben Goertzel et Shane Legg avaient constaté que les réalisations de l'IA étaient loin du projet initial d'une intelligence générale. Leur projet sera au cœur des débats ultérieurs sous des appellations diverses : intelligence surhumaine, « *human-level (mathematical) understanding* ».

Parmi les applications surprenantes des LLM (*large language models*), Chat GPT (Generative Pretrained Transformers), Gemini, ...ont provoqué un enthousiasme massif malgré les biais, les erreurs fréquentes et même les hallucinations (réponses aberrantes aux questions). Ce succès a conduit les plus grosses entreprises de l'IA à prédire l'arrivée à des dates souvent reportées d'une IA supérieure à l'intelligence humaine.

Mais dès 2001 deux informaticiens, Ben Goertzel et Shane Legg constataient que l'IA. était encore très loin du projet initial d'une IGA (intelligence générale artificielle).

Les relations de l'IA et des mathématiques.

Dès l'origine le développement de l'IA a reposé sur des fondements mathématiques, logique d'abord, puis à partir des années 80 introduction des méthodes inductives des probabilités et statistiques ; nous nous limiterons à deux secteurs principaux où l'IA apporte un appui important au travail des mathématiciens : la mécanisation des mathématiques et l'appui dans la recherche .

La mécanisation des mathématiques

L'IA a posé très tôt aux logiciens et aux mathématiciens des problèmes liés à la mécanisation des mathématiques. Récemment de nouveaux logiciels ou de nouveaux langages informatiques comme le COQ de Thierry [Coquand] (devenu Rocq), LEAN permettent la formalisation des démonstrations mathématiques, la réécriture de textes écrits en langue naturelle en langages-machine, ou encore la vérification automatique de démonstration. D'autres outils informatiques permettent de résoudre des problèmes où interviennent des calculs numériques trop volumineux pour un traitement numérique classique comme par exemple la résolution du problème de Kepler sur l'empilement des sphères .

Cette mécanisation est d'une grande importance industrielle, et elle est analysée en termes percutants par [Ochigame], historien du calcul scientifique et anthropologue :

.....the growth of automated mathematics has been shaped significantly by the strategic interests of the military and corporate institutions that have funded it... In recent years, commercial firms have become growing sources of investment in automated mathematics as part of a broader strategy of demonstrating AI capabilities in general, thus attracting public attention and capital investment... framing their research as an effort to 'create an automatic mathematician' (Google) or even asking sensationally (Meta) 'Is human-led mathematics over ?

Nous nous intéresserons à l'aide apportée par l'intelligence artificielle à la recherche mathématique, et aux perspectives globales que ses progrès peuvent apporter .

L'intuition et les efforts récents de l'aide de l'IA à la recherche mathématique

Dans la période récente de nombreux efforts ont été faits pour utiliser l'intelligence artificielle dans la recherche de solutions à des problèmes mathématiques déjà posés. Mais doit-on adopter le point de vue de Lady Lovelace : l'intelligence artificielle peut-elle produire par elle-même du nouveau en mathématiques ?

La réponse classiquement admise jusqu'à une période récente faisait appel à l'intuition, selon un schéma nettement affirmé par Poincaré .

L'intuition chez Poincaré et le défi de Kantor

Poincaré propose une séparation nette :

« *C'est avec la logique que nous prouvons, avec l'intuition que nous trouvons.* » [Poincaré]

Et encore :

« *La logique et l'intuition ont chacune leur rôle nécessaire. La logique seule peut donner la certitude. L'intuition est l'instrument de l'invention.* » (loc.cit.)

Le mot *intuition* a une longue histoire depuis sa racine étymologique (voir avec ses yeux mais aussi avec les yeux de l'âme !), et son caractère reste polysémique depuis son usage par Descartes (l'évidence de la compréhension, clarté et évidence) puis par Kant.

Ce thème de l'intuition était cher à Manin, il l'avait abordé déjà en 1990 à propos du rapprochement des mathématiques avec la physique théorique :

« *Pour la théorie quantique des champs, 'appliquée' à la géométrie algébrique, Witten ou Polyakov ont une intuition que je n'ai pas ! Ils posent des questions auxquelles je n'aurais pas pensé, et d'une grande profondeur. Pourtant je croyais connaître le sujet !* » (in Manin à Paris, cf. [Kantor]) »

Le psychologue-mathématicien [Merö] approfondit le point de vue de Poincaré :

« *Quand le scientifique réfléchit sur le mode intuitif, il pressent à chaque instant que si ses pensées aboutissent à un résultat, il sera possible d'exprimer celui-ci sur un mode purement rationnel... Ce pressentiment est la caractéristique essentielle de l'intuition scientifique et la distingue des autres formes d'intuition.* »

Remarquant que l' IA ne s'attaquait qu'à des problèmes préalablement posés j'ai posé la question :

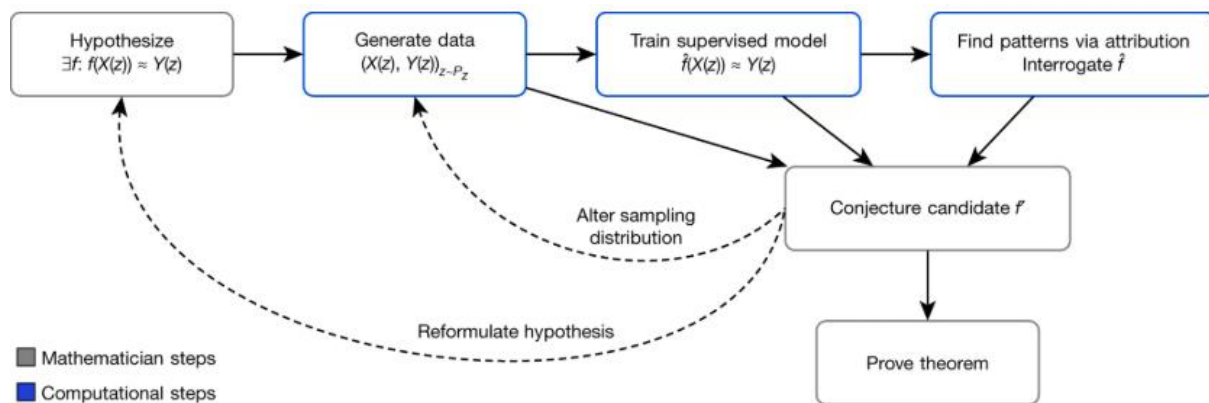
Est-ce qu'un ordinateur pourrait de lui-même poser la question de la conjecture de Poincaré ?

Autrement dit peut-on concevoir une intuition artificielle ?

Ma question a été reprise par [Harris 1], un débat a suivi , auquel ont participé un historien des mathématiques et un mathématicien géomètre (loc.cit.) .

Guider l'intuition

Plusieurs publications ont tenté, depuis 2020, de concevoir des soutiens artificiels à l'intuition de la découverte mathématique. C'est le cas de [Davies] qui propose le schéma suivant, où f est une fonction inconnue qu'on recherche en entraînant un modèle d'apprentissage automatique à estimer cette fonction sur une distribution de données.



Flowchart of the framework
Advancing mathematics by guiding human intuition with AI

Les applications présentées, en théorie des nœuds et en théorie des représentations auraient pu être traitées avec les méthodes plus anciennes des « mathématiques expérimentales ». Le terme d'intuition utilisé ici est donc sans doute excessif.

La seconde tentative, plus sérieuse, de [Bengio-Malkin] est un projet d'architecture informatique permettant à l'IA de poser par elle-même de « bonnes questions ». Leurs idées utilisent la théorie de l'information de Claude Shannon, les outils de l'IA (compression), et enfin l'idée due à [Kahneman] et Tversky que la pensée fonctionne selon deux vitesses : le système 1 (rapide/intuitif) et le système 2 (lent/logique).

Reste la question délicate : construire une architecture informatique qui puisse choisir parmi toutes les questions qui peuvent être produites par la machine celles qui sont utiles- efficaces-productives.

Depuis 3 ans, plusieurs équipes (DeepMind, OpenAI, une équipe autour de META incluant A. Hayat) ont cherché à créer de nouveaux outils informatiques pour résoudre les problèmes de géométrie de grande difficulté, par exemple ceux soumis aux Olympiades mondiales de mathématiques.

Le logiciel *AlphaGeometry* créé par Google a associé un programme classique qui exploite les propriétés géométriques de la figure et un programme d'apprentissage profond (Deep Learning) qui est entraîné à « deviner » les constructions nécessaires pour résoudre le problème .

L'autre exemple de Google, *AlphaProof*, a atteint le niveau de la médaille d'Argent des Olympiades en 2024. Il utilise la formalisation de très nombreux problèmes écrits en langue naturelle et traduits en LEAN.

Le logiciel *AlphaZero* (celui qui a remporté les victoires aux échecs puis au Go), un peu modifié, a été entraîné sur un million de problèmes formulés en langue naturelle. L'apprentissage a été utilisé par renforcement (on récompense les actions de la machine qui vont dans le bon sens) et un problème de géométrie des Olympiades a été résolu en trois jours.

L'équipe réunie autour d'A. Hayat a résolu le même problème avec beaucoup moins d'exercices d'entraînement. L'équipe a aussi résolu par une méthode de type rétro-

ingénierie un problème lié aux systèmes dynamiques, la construction de fonctions de Lyapounov ([Alfarano]).

En 2025 certaines équipes auraient obtenu la médaille d'Or aux Olympiades, si elles avaient pu s'inscrire.

Au total, ces progrès techniques conduisent à poser la question : pourra-t-on bientôt faire résoudre artificiellement des problèmes mathématiques de niveau recherche ?

Au-delà des seules mathématiques : l'avenir de l' IA

Pour évoquer la situation actuelle il faut d'abord constater que la division de Poincaré (« intuition/logique ») est remise en cause. Citons [Gowers 1] : *« Pour être bon pour trouver les démonstrations, il faut être bon pour trouver les bonnes questions, on ne peut pas séparer les deux. »*

Et Gowers met plutôt en avant la dualité " théories- problèmes " et l'importance des programmes de recherche dans son bel article [Gowers 2].

L'IA pour les mathématiques et les mathématiques de la recherche se sont rapprochées, pour des raisons scientifiques, et sous la pression du caractère paradigmatique attribué aux mathématiques. D'ailleurs celles-ci servent parfois à imposer des limites aux délires des farouches partisans de l'IA générale « superhumaine ». Ainsi [Le Cun 2] utilise des arguments mathématiques pour douter de l'avènement de l'IA générale.

Le bouleversement est général et dépasse les sciences et les techniques : c'est un nouveau système technique, quasi-universel, pour lequel les réflexions de Bertrand [Gille] seraient bien utiles.

Nous allons seulement évoquer quelques pistes ouvertes qui semblent pouvoir pallier les manques actuels de l'IA.

D'abord signalons les travaux prometteurs de groupes de recherches constitués par Tao, Médaille Fields 2006 ([Georgiev]), qui ont mis en avant une nouvelle architecture *AlphaEvolve* capable de promouvoir de nouvelles interactions entre mathématiciens.

L'absence d'un corps

« Au fond, qu'est-ce que la pensée sans le monde ? Un signe vide de son sens ? » [Cortee]

En opposition avec le dualisme cartésien, l'exigence d'un corps pour penser s'imposait déjà au XVIII^e siècle :

« Puisque toutes les facultés de l'âme dépendent tellement de la propre organisation du cerveau et de tout le corps, qu'elles ne sont visiblement que cette organisation même : voilà une machine bien éclairée ! Car enfin, quand l'homme seul aurait reçu en partage la loi naturelle, en serait-il moins une machine ? » [de la Mettrie]

Dans un texte de 1948, mais publié seulement en 1969 [Turing] écrivait :

« Une façon d'aborder notre tâche de construction d'une 'machine pensante' consisterait à prendre un homme dans son ensemble et à tenter de remplacer toutes ses parties par des mécanismes. (...) Même si les équipements mentionnés ci-dessus étaient fournis, la créature n'aurait toujours aucun contact avec la nourriture, le sexe, le sport et bien d'autres choses qui intéressent l'être humain. »

Turing s'était rendu compte qu'un cerveau sans un corps serait limité, nécessitant de trouver des « domaines de la pensée appropriés (...) pour exercer ses capacités ».

On retrouve ce souci chez les premiers critiques de l'IA dans les années soixante-dix. [Dreyfus] intègre le corps et ses mouvements dans l'intelligence. Aujourd'hui [Mumford] comme [Le Cun 1] suggèrent une articulation mécanique des LLM (« *Large Language Model* ») à des robots, articulation inspirée de la structure des cerveaux de mammifères.

L'IA, les lettres et la philosophie

Est-ce à l'IA à venir que René[Thom] pensait quand il écrivait :

« *Le temps est proche où les problèmes philosophiques pourront être attaqués par des méthodes scientifiques... Bien mieux on s'apercevra que certains sujets, en apparence purement scientifiques, ne peuvent être correctement posés que dans un cadre de présupposés philosophiques.* »

La meilleure justification de la collaboration de la littérature et de la philosophie dans un débat sur l'intelligence artificielle est certainement la lecture du beau texte de mon ami Pierre [Pachet] auquel j'emprunte cette pensée :

« *Hasard donne les pensées, et hasard les ôte. Point d'art pour conserver ni pour acquérir.* » [Pascal]

L'acquisition des pensées, c'est pour l'IA le débat ancien de l'origine du nouveau, et pour se restreindre aux mathématiques — sans s'aligner sur la thèse de Poincaré — la question centrale : la machine peut-elle poser de bonnes questions ?

Les mathématiciens, les philosophes et les écrivains ont apporté des réponses variées.

Une tradition philosophique (Aristote, Popper) a affirmé l'impossibilité d'un parcours logique conduisant à une idée neuve (cf. à ce sujet [Jacob, introduction]).

La formulation (ou la découverte) d'une loi contient un moment irrationnel (l'adaptation intuitive, créatrice au sens de Bergson). Citons Einstein :

« *Aucune voie logique ne conduit des perceptions aux principes de la théorie, mais seulement l'intuition fondée sur l'empathie (Einfühlung) avec l'expérience.* »

Popper traduit cette citation en anglais mais il préfère "amour intellectuel" (Spinoza) et en note il cite une autre traduction possible "*Sympathetic understanding*" (empathie).

Poésie, fiction, esthétique

L'œuvre littéraire d'Alexandre Grothendieck nous oblige à introduire dans notre réflexion sur la création mathématique une évocation de la poésie, de la beauté, de la dimension esthétique des recherches. Écoutons-le :

« *Le travail tâtonnant... perceptible, quelque intuition où affleure, à peine, sans nom et encore sans visage ; intuitions élusives au départ... quelques premières idées et intuitions souvent réticentes à se laisser saisir dans les mailles du langage...* » [Grothendieck]

Et voici l'analyse qu'en fait un mathématicien-philosophe :

« L'écriture grothendieckienne est décrite et théorisée dans des textes qui témoignent avec vigueur de la part incontournable de *poétique* qui anime le travail scientifique et de ce surplus de sens que l'écriture formalisée croit pouvoir évacuer, alors même que là gît l'essence de la pensée mathématique » [Patras]

Le neuro-cognitiviste J. - P. Changeux voit un court-circuit met tant en relation le cognitif et l'émotionnel, et c'est ainsi qu'il analyse aussi l'illumination de Poincaré découvrant les fonctions fuchsiennes [Poincaré].

Le philosophe des sciences Michael Polanyi montre bien que le sens de la beauté intellectuelle a une fonction sélective essentielle :

"Intellectual passions have an affirmative content... they affirm the scientific interest and value of certain facts, as against any lack of interest and value in others." [Polanyi] :

Ainsi le témoignage de Grothendieck, l'analyse de l'illumination par J.P.Changeux et l'importance accordée à la beauté intellectuelle par Polanyi confortent les recherches actuelles qui visent à introduire la conscience et les émotions dans les machines de demain (A ce sujet [Mumford1] et [Mumford 2] p.114)

Conclusion : l'appel à Lem !

Plusieurs ouvrages de fiction (par exemple [Mc Ewan]) et surtout d'innombrables livres de science-fiction se sont inspirés du thème des machines pensantes. Les plus célèbres sont l'œuvre d'I. Asimov et surtout celle de Stanislas Lem (1921 - 2006) avec *Solaris*.

À partir de ses cinquante ans, [Lem] a abandonné la science-fiction. Il a traité en philosophe de l'avenir hypothétique de l'humanité en coexistence avec des robots pensant. Il a fait sauter les barrières, en commençant par un changement de vocabulaire : l'intelligence artificielle devient chez lui *intelectronics (intElektronika)*. Le vocabulaire de Lem adopté, cela aurait peut-être évité bien des malentendus, dont celui d'attribuer à toutes ces machines autant de sentiments humains. Son livre capital, *Golem XIV*, est une réflexion sur l'intelligence et la conscience artificielles, sur l'avenir des techniques.

Le héros, Golem XIV, est un super-ordinateur construit par le Pentagone. À la suite de toute une lignée de machines, il a acquis des compétences supérieures à celles des humains et se désintéresse de leurs exigences militaires.

Dans un rapport rédigé en 2047 (!) Lem décrit avec un brin d'ironie les capacités de Golem XIV:

« On doit insister que GOLEM XIV n'est pas un cerveau humain agrandi à la taille d'un immeuble, ni simplement un homme fabriqué à partir d'éléments électriques. En pratique tous les motifs de la pensée humaine et de l'action lui sont étrangers... Il ne possède ni personnalité ni caractère.

Golem possède un seul trait de caractère en commun avec nous, bien que développé à un niveau largement supérieur, la curiosité »

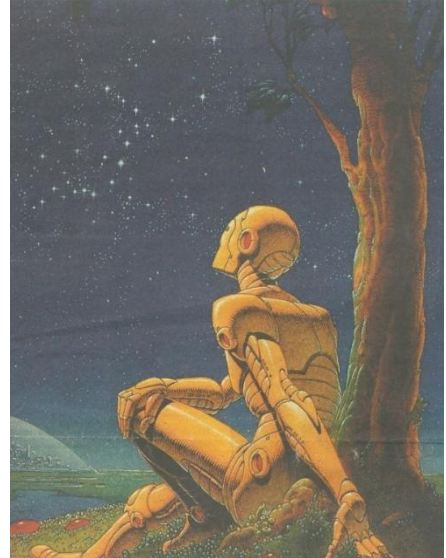
Et Lem avertit *« Nous ne possédons malheureusement aucune arithmétique éthique qui nous permettrait de déterminer, par simple addition et soustraction qui (ou quoi), en fabriquant l'esprit le plus éclairé sur terre, est le plus grand salaud : lui (la chose) ou nous ! »*

Le point final

"Mathematics is unpredictable. That's what makes it exciting. New things happen!"
[W. Thurston (2017)]

"All scientific discoveries rely on layer upon layer of concepts that stretch back through time and human experience."
[S. Russel]

Philippe Caza, couverture pour le recueil d'Isaac Asimov « Le Robot qui rêvait » (1986)



Remerciements

Je remercie pour leurs conseils Michel Demazure, Amaury Hayat, Pierre Jacob, Noémie Kantor, David Mumford et Nathalie Sinclair.

Bibliographie

- ALFARANO, *Global Lyapunov functions: a long-standing open problem in mathematics, with symbolic transformers*
- BENGIO Y.A., MALKIN, *Machine learning and information theory: concept towards an AI mathematician* Bull. Amer. Math. Soc. 61 (2024), 457-469, DOI: <https://doi.org/10.1090/bull/1839>, 15 May 2022
- CHANGEUX, J.P, *Le beau et la splendeur du vrai, Entretiens avec F. Lyonnet*, Albin Michel ,2023
- CORTEEL M. :
 - 1 *Pourquoi les IA ne pensent-elles pas ?* AOC, Intelligence artificielle, Printemps (2025)
- DAVIES A. et al., "Advancing Mathematics by Guiding Human Intuition with AI," *Nature* **600**, no. 7887 (December 2, 2021): 70–74, <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04086-x>.
- GEORGIEV B., SERRANO J.G., TAO T., WAGNER A.E, *Mathematical exploration and discovery at scale*, 3 Nov 2025, <https://arxiv.org/pdf/2511.02864>

- GILLE B. Histoire des techniques; Techniques et civilisation. Techniques et sciences. Bibliothèque de la Pléiade.
- GOWERS W. T.:
 - 1 Colloque de rentrée du Collège de France (2025)
 - 2 *The Two cultures of mathematics, Reed Lectures, 1959* .
- HARRIS M :
 - 1 “What is ‘human-level mathematical reasoning’?” Substack newsletter, *Silicon Reckoner*, 17 November 2021, <https://siliconreckoner.substack.com/p/what-is-human-level-mathematical-reasoning>
 - 2 “Has DeepMind mechanized mathematical intuition?,” Substack newsletter, *Silicon Reckoner*, December 14, 2021, <https://siliconreckoner.substack.com/p/has-deepmind-mechanized-mathematical>.
- HUBERT et al., *Olympiad-level formal mathematical reasoning with reinforcement learning*, Nature (2025). <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09833-y>
- KANTOR J.M. L’intuition en équations, Le Monde, 19 Septembre 1990 - recension du film « Manin à Paris »
- LA METTRIE, *L’homme-machine*, Leyde, 1748
- LE CUN Y.,
 - 1 *Why can't AI make its own discoveries?*, Big Technology Podcast, March 2025, <https://podcasts.apple.com/us/podcast/why-cant-ai-make-its-own-discoveries-with-yann-lecun/id1522960417?i=1000699824574>
 - 2 Mathematical obstacles way to Human-level AI, Gibbs lecture- Join Mathematical Meeting ,Seattle ,205-21-09 <https://www.youtube.com/watch?v=ETZfkqv6V7Y>
- LEM S. *Golem XIV*, in *Imaginary Magnitude*, Harvest Books, 1985
- MALLAT S., *L’apprentissage face à la malédiction de la grande dimension*, Cours au Collège de France, 2025
- MANIN Y.:
 - 1 *Les mathématiques comme métaphore*, Les Belles Lettres, 202
 - 2 *Kolmogorov’s complexity as a hidden factor of scientific course from Newton’s laws to data*, Pontifical Academy of Sciences, Acta 22, Vatican City 2014 www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta22/acta22-manin.pdf
- McEWAN I., *Une machine comme moi*, Gallimard, 2020.
- MUMFORD D
 - 1 *How will AI affect mathematical research, will it ever “do math”?* in David Mumford, *Numbers And the World: Essays on Math and Beyond*, AMS, 2023 ISBN 13-978-14704_7051-7.
 - 2 *Can an artificial intelligence machine be conscious?* part II, 12 July 2019 <https://www.dam.brown.edu/people/mumford/BookBlogPosts/ConsciousnessC.pdf>

- OCHIGAME R., *Automated Mathematics and the Reconfiguration of Proof and Labor*, <https://arxiv.org/pdf/2309.11457>, 20 Sep 2023
- PACHET P., *L'œuvre des jours*, Circé, 1999
- PASCAL, *Pensées* 370 éd. Hachette, Brunshwig, Hachette, 1925
- PATRAS F., *Construire les mathématiques dans l'imagination*, Revue de synthèse, (2015)
- POINCARÉ, *La valeur de la science*, Ch.1, Section V (1911)
- POLANYI M.; *Personal knowledge (Towards a post-critical philosophy)*, University of Chicago Press, 1974
- RUSSELL S., *Human compatible: Artificial intelligence and the problem of control*, Penguin Books, 2019.
- SIMONDON G., *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier (1989)
<https://arxiv.org/abs/1509.05363>
- THOM R., *La science malgré tout*, Encyclopedia Universalis, (1973)
- TURING A.M.: *Intelligent Machinery (1948)*, in "Machine Intelligence 5", Dec. 1969
- WILLIAMSON G., *Is Deep learning a useful tool for the future mathematician ?*