

# La nouvelle langue d'Ésope

## Perspectives de l'intelligence artificielle

JEAN-MICHEL KANTOR

---

*Durant les trente dernières années, l'intelligence artificielle a développé un champ entier de méthodes s'appuyant sur les mathématiques, sur de nouvelles architectures informatiques inspirées des processus du cortex visuel, et des progrès technologiques (très grandes bases de données, accélération des opérations). La nouveauté des méthodes et l'importance des résultats sont si impressionnantes (vision, reconnaissance de la parole, diagnostic médical, traduction automatique...) que certains chercheurs ont pu parler d'une nouvelle science (ou plutôt technoscience), le machine learning. Malgré tout, des réticences se manifestent, par exemple devant la mauvaise interprétabilité des résultats. Notre étude est aussi l'occasion d'examiner les fréquentes résistances au changement dans le milieu culturel français, et d'évoquer les questions éthiques et politiques de ce bouleversement technoscientifique.*

J.-M. K.

---

**A**u printemps 1946, un ami demande à John von Neumann, l'un des scientifiques les plus prolifiques du <sup>xx</sup>e siècle, quel est l'objet de ses recherches<sup>(1)</sup> :

*«I suppose you are not interested in mathematics any more. I hear you are now thinking about nothing but bombs.*

*– That is quite wrong. I am thinking about something more important than bombs. I am thinking about computers<sup>(2)</sup>.»*

Les développements de ces vingt dernières années, les bouleversements en profondeur

apportés par l'intelligence artificielle (IA) dans l'organisation de la société, dans les moyens de communication, l'industrie et la technologie, sont une confirmation de poids – s'il en était besoin – à l'appui de l'affirmation prophétique de von Neumann.

Aujourd'hui, c'est plus qu'une mode, plus qu'une *hype*, comme disent les Anglo-Saxons, mais un véritable bouleversement profond de nos sociétés.

Un tsunami s'est emparé des médias du monde entier, des milieux industriels, des cabinets ministériels. Des mots encore mystérieux pour beaucoup de nos concitoyens sont la clé pour ouvrir les portes des cavernes d'Ali Baba des financements de *start up* :

---

(1) Nos remerciements vont à Jean-Pierre Briot (CNRS), Bernard Bru, Michel Demazure, Christian Houzel, David Moore (Purdue) et David Mumford (Brown). On trouvera sur <http://webusers.imj-prg.fr/~jean-michel.kantor/> une bibliographie détaillée.

(2) F. Dyson, *Disturbing the Universe*, Harper, 1979, p. 194.

Intelligence artificielle; *deep learning* (DL) – apprentissage profond; *machine learning* – apprentissage-machine. Ces mots apparaissent dans les situations les plus variées, justifient la création d'œuvres d'art, couvrent des opérations de *marketing* politique, jusqu'aux projets les plus rocambolesques dignes de *scenarii* de science-fiction transhumaniste.

Peut-on développer un regard critique, sans se soumettre au poids de réussites scientifiques, techniques et industrielles incontestables? Peut-on profiter de la rapidité de ce développement pour analyser le penchant français au scepticisme face aux innovations?

Nous présentons d'abord les personnages principaux : les nombres et le numérique, ensuite les masses gigantesques de données (représentées par des nombres), les *big data* – puis les agents de l'intelligence artificielle : les outils informatiques.

Pour mieux les appréhender, il faut comprendre l'histoire de l'IA depuis une trentaine d'années, avec l'irruption des réseaux de neurones. Les mots ont leur importance, et on soulignera dans ce domaine les excès du vocabulaire. Nous abordons ensuite une lecture critique de cette nouvelle science qui est née entre mathématiques, statistiques, informatique (et maintenant les sciences humaines) et qui est aussi une véritable technoscience. Enfin nous évoquons les développements en cours et les problèmes éthiques et politiques qui accompagnent ce mouvement profond.

Ne seront pas traités les aspects industriels et les problèmes de formation renvoyant aux deux rapports officiels, celui de Cédric Villani et le rapport stratégique complémentaire<sup>(3)</sup>.

Les philosophes grecs ont pensé le nombre comme principe de l'univers, résumé par le célèbre « Tout est nombre! » de Pythagore. Plus tard, on a rapproché la division euclidienne entre nombre et géométrie de la division des fonctions des deux hémisphères du cerveau (travaux de Broca, 1870). Bien que contesté aujourd'hui, ce rapprochement continue à jouer un rôle dans les recherches sur l'intelligence, artificielle ou non.

Le développement du capitalisme a conduit à une extension de la place du numérique,

comme le montre l'œuvre de Jevons, créateur de l'économie mathématique<sup>(4)</sup>.

Mais déjà se manifestèrent des réticences devant cette formalisation des mathématiques<sup>(5)</sup>. On retrouvera ces réticences à l'époque moderne, par exemple dans les diatribes peu fondées de Simone Weil sur le calcul identifié au machinisme et au capitalisme<sup>(6)</sup>. Malgré ces critiques, « le numérique », porté par la puissance de l'informatique, domine aujourd'hui le fonctionnement des sociétés industrielles avancées, la communication, les sondages, la gestion sociale tout entière et la communication.

L'outil informatique permet de conserver et de manipuler des quantités gigantesques de données numérisées, les *big data*. On a dû trouver des noms pour désigner ces quantités : tera (un million de millions d'octets – un octet comporte huit bits), ou encore le gogol ( $10^{100}$ ) et d'autres noms étranges pour les vitesses de calcul des ordinateurs : petaflop où le « flops » (ou flop/s) signifie *floating point operations per second*, soit « opérations à virgule flottante par seconde ».

## Les précurseurs

Comment définir l'intelligence? Peut-on la mesurer? « L'intelligence? Il y a des tests pour cela », répondent les psychologues. Mais le mot n'a pas de définition précise. L'homme de Néanderthal manifestait déjà des signes d'intelligence qui se développent chez Homo Sapiens, mais les pieuvres elles aussi font preuve d'une sorte d'intelligence<sup>(7)</sup>.

Malgré tout, on mesure cette intelligence. C'est le quotient intellectuel, moyenne de résultats numériques de tests.

Et l'intelligence artificielle?

(4) Lui aussi pensait à Pythagore : « *Not without reason did Pythagoras represent the world as ruled by number. Into almost all our acts of thought number enters, [...] and as we can define numerically we enjoy exact and useful knowledge of the Universe.* »

(5) Condorcet : « L'algèbre n'avait été pendant longtemps qu'une science très bornée; cette manière de ne considérer l'idée de la grandeur que dans le dernier degré d'abstraction où l'esprit humain puisse atteindre; la rigueur avec laquelle on sépare de cette idée tout ce qui, en occupant l'imagination, pourrait donner quelque appui ou quelque repos à l'intelligence; enfin l'extrême généralité des signes que cette science emploie la rend, en quelque sorte, trop étrangère à notre nature, trop éloignée de nos conceptions communes pour que l'esprit humain pût aisément en acquérir facilement l'habitude. » (Condorcet « Éloge de Euler », 1786, consultable en ligne : [https://www.academie-sciences.fr/pdf/eloges/euler\\_p37\\_vol3582.pdf](https://www.academie-sciences.fr/pdf/eloges/euler_p37_vol3582.pdf).)

(6) Cf. L. Lafforgue, *Simone Weil et la mathématique*, IHES, 2009.

(7) Cf. S. Dehaene, Y. Le Cun et J. Girardon, *La Plus Belle Histoire de l'intelligence*, Robert Laffont, 2018.

(3) C. Villani, *Donner un sens à l'intelligence artificielle*, La Documentation française 2018; France IA, *Une stratégie pour la France en matière d'intelligence artificielle, rapport de synthèse*, [https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/2017/Rapport\\_synthese\\_France\\_IA\\_.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/2017/Rapport_synthese_France_IA_.pdf)

L'un des précurseurs des travaux statistiques qui ont participé aux succès récents de l'IA est Jean-Paul Benzécri. Sa création, l'« analyse des données », vise à appliquer les méthodes géométriques abstraites de l'algèbre linéaire pour extraire des informations de la donnée de nuages de points en dimensions assez grandes (jusqu'à l'ordre 50). Mais au-delà ? L'IA ?

L'histoire officielle de l'IA commence avec le Congrès de Dartmouth en 1956 qui réunit une vingtaine de spécialistes autour de John McCarthy et Marvin Minsky (MIT). Ils donnent son nom au nouveau domaine, alors en compétition avec la cybernétique de Norbert Wiener. À l'occasion du célèbre débat de 1975 entre Chomsky et Piaget sur l'acquisition du langage, le jeune Yann Le Cun apprend l'existence d'une machine capable d'apprendre, le Perceptron, inventée en 1957 par Frank Rosenblatt. C'est le déclic qui va lancer l'IA, malgré une étude critique de 1969 par Marvin Minsky et Seymour Papert qui conduit à l'abandon temporaire de cette direction de recherche. Après une période de stagnation, un développement très rapide se produit à partir des années 1980, le Perceptron est remplacé par des couches cachées de neurones. Depuis, plusieurs facteurs ont stimulé de très grands progrès : l'augmentation de puissance des machines en capacité de volume et en puissance de calcul, mais aussi l'introduction d'opérateurs non linéaires simples dans de nouvelles architectures de systèmes, les multicouches de neurones artificiels, des structures de calculs élémentaires qu'on a disposés en couches successives en s'inspirant des travaux sur la partie la mieux connue du cerveau, la structure en couches hiérarchiques des neurones du cortex visuel humain, découverte par David Marr et d'autres à partir des années 1980<sup>(8)</sup>. L'autre progrès essentiel, déjà connu dans les années 1970, consiste à améliorer successivement les performances du réseau de neurones en ajustant les poids des connexions entre neurones à chaque erreur grâce à une idée venue des mathématiques, l'algorithme de rétropropagation d'erreur<sup>(9)</sup>, qu'on peut expliquer par une métaphore (il s'agit en fait de calculs ultra-rapides dans des espaces de très grande dimension) : c'est la méthode intuitive que suit le skieur pour déva-

ler une montagne suivant la plus grande pente. Mais l'une des difficultés majeures est qu'ici il peut y avoir des milliers ou des millions de cuvettes, de « faux-minima » (minima locaux non globaux).

Comme le montre la figure 1, le *deep learning* permet de reconnaître le genre d'un visage. On présente un visage reconnu et annoté comme féminin (image 1). Le système l'identifie de manière erronée comme masculin.

Cette erreur entraîne une reconfiguration du réseau selon un algorithme (dit de rétro-propagation de l'erreur) qui corrige certaines connexions pour améliorer les résultats.

Après avoir répété les étapes (1) et (2) des milliers de fois avec des photos annotées, on arrive à un système qui obtient une reconnaissance des visages féminins et masculins aussi bien que le ferait un être humain.

C'est ce processus qui consiste à améliorer les paramètres du réseau de neurones par de nombreux essais successifs faits par la machine sans contrôle humain possible (d'où le caractère de « boîte noire ») qui a pris le nom d'apprentissage (*machine learning*). Il est dit *supervisé* quand on a des données initiales connues, ou *renforcé* quand on favorise les choix que fait la machine quand elle donne les bonnes réponses.

Deux apports jouent un rôle important dans ces progrès :

- Les méthodes informatiques inspirées de l'inférence bayésienne, une théorie mathématique découverte par Thomas Bayes (1701-1761) – qui caractérise le raisonnement plausible en présence d'incertitudes.

- Les modèles statistiques généralisant l'étude des processus de Markov (processus dont l'évolution ultérieure à un instant  $t$  ne dépend que de l'état au temps  $t$ , pas des instants précédant) sont introduits dans les logiciels de l'apprentissage par renforcement. Ceux-ci ont eu des succès surprenants, sous l'hypothèse essentielle que le volume des données initiales soit suffisamment grand. L'explication de ce phénomène n'est pas encore connue, mais les conséquences sont importantes. Par exemple en Chine l'existence de gigantesques bases de données a favorisé les progrès de l'IA.

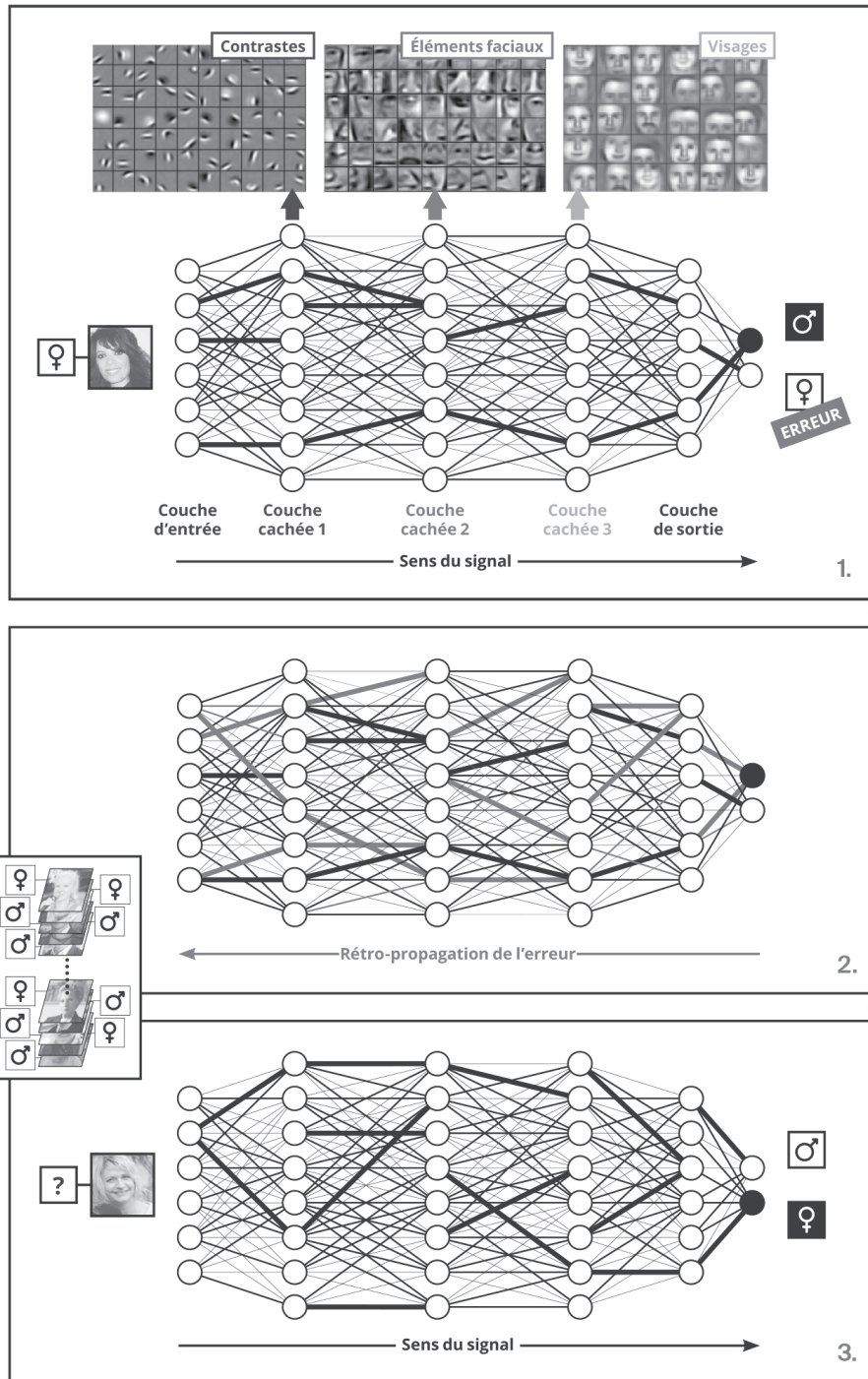
Illustrons ces nouveaux outils avec un exemple : le go.

Le jeu de go a longtemps échappé aux méthodes de l'intelligence artificielle car il paraissait impossible de concevoir un modèle

(8) Cf. Israël Rosenfield, *L'Invention de la mémoire : le cerveau, nouvelles données*, Flammarion, 1999.

(9) Y. Le Cun, Y. Bengio et G. Hinton, « Deep learning », *Nature*, vol. 521, 28 mai 2015, p. 436-444.

Figure 1  
Reconnaître le genre d'un visage grâce au *machine learning* (ML)



informatique qui pourrait battre les meilleurs joueurs. Le champ des parties possibles est d'une dimension gigantesque (environ  $10^{170}$  parties possibles, contre  $10^{47}$  pour le jeu des échecs ; le nombre de particules dans l'univers est estimé entre  $10^{80}$  et  $10^{85}$ ). Mais surtout il faut trouver une fonction d'évaluation calculable qui détermine la position au n-ième coup.

Cependant en mars 2016 la machine AlphaGo battait le champion du monde de go !

Quelques mois plus tard, une nouvelle machine AlphaGoZero combinant les méthodes d'apprentissage supervisé et renforcé et mêlant des raffinements de l'algorithme de Monte-Carlo acquit une suprématie sur les autres programmes de jeux en battant le champion d'Europe par cinq parties à zéro. Le plus étonnant c'est que la machine avait seulement intégré au départ les règles du go et s'était formée en jouant contre elle-même. Aujourd'hui les champions du go étudient des parties jouées par cette machine et découvrent avec stupeur des coups parfois inconnus même des grands joueurs, alors qu'on ne comprend toujours pas comment la machine les a choisis : c'est la non-traçabilité du processus.

Devant ces techniques intrinsèquement mystérieuses, on a besoin d'un peu de clarté, et d'abord de clarté dans le vocabulaire.

## Les excès du langage

L'explosion des succès de l'IA s'est traduite par l'apparition d'expressions mystérieuses, de métaphores excessives, porteuses de violents abus de langage : intelligence artificielle, apprentissage des machines, réseaux de neurones...

Ces mots bourdonnent (le *buzz*) dans les médias et fonctionnent comme des formules magiques qui fabriquent du consensus<sup>(10)</sup>, là où fonctionnent plusieurs échelles de valeurs entre mathématiques, informatique, et aussi, comme nous le verrons, valeurs morales et politiques. On ne doit pas oublier que dans ce bourdonnement incessant des médias peuvent se cacher des contre-vérités prenant forme de découvertes.

Chacun de ces termes quelque peu mystérieux demanderait une déconstruction sémantique

qui dévoile la réalité sous le rideau métaphorique.

Ce n'est bien sûr pas la première fois que le discours scientifique exploite le langage. René Thom attribue à son collègue Christopher Zeeman une partie du succès médiatique de sa théorie des catastrophes (c'est Zeeman qui a introduit le nom). Pour *deep learning*, le succès repose sur ses nombreuses applications médicales et industrielles, mais il faut avouer que Yann LeCun a bien choisi le terme, car la métaphore de la profondeur renvoie aux couches neuronales aussi bien qu'au sérieux de l'apprentissage.

La question des noms est d'importance, elle est au cœur du dialogue de *Cratyle* de Platon, repris dans le roman *Le Nom de la rose* d'Umberto Eco, jusqu'aux pages magnifiques où Alexandre Grothendieck décrit la longue maturation qui précède chez lui la dénomination d'un concept mathématique encore vague<sup>(11)</sup>.

Pour exprimer l'importance politique du choix des noms, Roberto Calasso narre l'histoire du sage Confucius auquel un disciple demandait ce qu'il ferait en premier lieu si le roi lui confiait un territoire à gouverner.

Confucius répondit : « Rectifier les noms. » Est ce trop tard pour l'IA ?

## Que penser du *deep learning* ?

Ces nouvelles architectures de machines informatiques présentent des capacités mirifiques qui semblent – ce n'est qu'apparence – leur donner une intelligence presque humaine. Mais elles ne répondent qu'à une tâche bien déterminée au préalable, et une partie du traitement du problème posé est non vérifiable, non traçable.

La communauté scientifique n'a d'ailleurs pas une position unique devant les récents développements du *machine learning*.

Au Congrès international des mathématiciens de Rio (juillet 2018), plusieurs conférences ont été consacrées à l'apprentissage profond, dont l'une par le professeur Sanjeev Arora, membre du « *Computer Science and Discrete Program* » de l'Institut (IAS) de Princeton. Pour Arora, il s'agit d'une nouvelle science qu'il compare à la physique moderne à sa nais-

(10) Vincent Bernadette Bensaude, « Le bourdonnement des technosciences. Réflexions sur quelques buzzwords », *Alliage*, n° 72, automne 2013, p.23-29.

(11) Alexander Grothendieck, *Récoltes et semailles*, [https://www.quarante-deux.org/archives/klein/prefaces/Romans\\_1965-1969/Recoltes\\_et\\_semailles.pdf](https://www.quarante-deux.org/archives/klein/prefaces/Romans_1965-1969/Recoltes_et_semailles.pdf)

sance : Newton s'est posé la question fondatrice : pourquoi les pommes tombent-elles ?

Ici la question pourrait être : qu'est-ce qu'apprendre ?

Bien entendu, l'expression de *deep learning* et celle d'« apprentissage-machine » ne sont que des abus de langage, les travaux de recherche dans ce champ de l'IA ne visent en aucune manière à une théorie générale de l'apprentissage (humain ou autre).

Arora et ses collaborateurs soulignent l'ampleur des difficultés, car on ne comprend encore pas les techniques du *machine learning*, du point de vue de l'efficacité comme du point de vue de la robustesse. Ces questions nécessitent encore un approfondissement théorique et de nouvelles pistes de recherche. Ce sont ces difficultés sur lesquelles travaille, parmi d'autres, Michael I. Jordan, professeur à l'université de Berkeley, en cherchant à rapprocher les questions scientifiques, techniques, et le rôle des nouveaux outils dans le champ des sciences humaines. Pour Jordan, l'IA n'en est encore qu'au stade de technique d'ingénierie, et la véritable révolution de l'IA ne se produira que lorsqu'on arrivera à des procédures informatiques utilisant le langage naturel dans la relation avec les machines<sup>(12)</sup>.

Parmi les difficultés centrales : l'efficacité du programme exige l'*explicabilité*, un terme nouveau destiné à évoquer la complexité du *software* qui intervient dans un réseau de neurones, où à chaque instant l'effet obtenu dépend de très nombreux paramètres et donc rend impossible le contrôle de l'origine d'un changement dans l'effet obtenu. Cette question fait aussi l'objet de recherches de Stéphane Mallat au Collège de France<sup>(13)</sup>. La robustesse et l'efficacité sont exigées de manière essentielle dans le grand projet de voitures autonome, dont les très grandes difficultés ont été explicitées<sup>(14)</sup>.

## Les résistances françaises

À côté de l'enthousiasme des milieux industriels, du poids des financements privés, de l'intérêt des instituts de recherche informatique

et des médias se sont manifestées aussi des réactions critiques, inquiètes, parfois même hostiles.

Comment comprendre que deux éminents mathématiciens, médaillés Fields et professeurs au Collège de France, aient montré un scepticisme très critique ? Leurs arguments sont moraux<sup>(15)</sup> et politiques. Est-ce une querelle d'écoles, une manifestation de mauvaise humeur un peu chauvine ? N'est-ce pas plutôt la conséquence de choix épistémologiques qui excluent tout un pan de la recherche scientifique, celle qui utilise les méthodes bayésiennes ?

D'autres critiques – souvent sans grande connaissance de ce qu'est réellement l'IA et de ses résultats déjà acquis – mêlent confusément les acquis, les recherches en cours et des projets encore fumeux du ressort du « programme fort de l'IA » ou même des rêveries transhumanistes.

Ce sont là, en France, des signes d'un refus de l'empirisme et du rôle pratique des mathématiques, encouragé par Auguste Comte qui considérait les mathématiques comme la reine des sciences, trônant bien au-dessus des autres et isolée des applications.

Il y a là une spécificité française souvent négligée. On peut rappeler que les statistiques et même les probabilités, dont le caractère mathématique n'est pas discutable, ont été exclues des programmes d'enseignement jusqu'à une époque récente (le plus grand laboratoire de mathématiques appliquées en France a écarté les probabilités de ses activités). Et pourtant ces disciplines ont amplement montré leur importance, et elles jouent un rôle crucial dans le développement de l'IA. Ce sont les principes bayésiens d'inférence statistique qui sont au cœur de l'apprentissage profond, et qui fonctionnent très efficacement en psychologie, dans la théorie du langage et dans les sciences cognitives<sup>(16)</sup>.

La forte résistance au changement a aussi de profondes origines dans le cartésianisme. On peut voir dans ces symptômes l'effet d'une culture trop rationnelle, d'une éducation où la langue a un pouvoir performatif absolu et exige un maniement d'une parfaite rigueur.

(12) M. I. Jordan, « Artificial intelligence. The revolution hasn't happened yet », <https://medium.com/@mijordan3/artificial-intelligence-the-revolution-hasnt-happened-yet-5e1d5812e1e7>

(13) S. Mallat, *Science des données et apprentissage en grande dimension*, Collège de France/Fayard, 2018.

(14) G. Le Lann, « Conduite automatisée, cybersécurité et enjeux de société », [https://www.youtube.com/watch?v=jsUr\\_VE6DLM](https://www.youtube.com/watch?v=jsUr_VE6DLM)

(15) A. Connes, « Ne vendons pas notre âme à l'intelligence artificielle ! », France Info, 08 mai 2018.

(16) S. Dehaene a intitulé son cours au Collège de France de 2012 : « Le cerveau statisticien : la révolution bayésienne en sciences cognitives ».

La figure de Descartes est dominante, « cartésien » est le compliment suprême. Cette domination de la raison sur l'intuition, sur l'imagination, a conduit un fin observateur de la culture française à déplorer « la victoire de Descartes sur Montaigne<sup>(17)</sup> », bien que ce fût plutôt le cartésianisme que Descartes lui-même qui doit être blâmé.

Malgré ces difficultés, ces réticences que nous espérons temporaires, des instituts de formation sont en voie de création, et des laboratoires de recherche à l'École normale supérieure (Stéphane Mallat), à l'ENS-Cachan (Agnès Desolneux), à l'Institut national de recherche dédié aux sciences du numérique (INRIA) travaillent de manière intensive sur la *machine learning*.

Plusieurs directions très actives peuvent être distinguées, qui mobilisent les chercheurs en France comme à l'étranger (États-Unis, Chine en particulier).

Il y a d'abord les enjeux cruciaux de la sécurité et de la fiabilité : il ne suffit pas d'avoir des machines ayant des résultats étonnants, encore faut-il assurer leur fiabilité et leur sécurité maximales. D'autres difficultés peuvent provenir des biais, défauts non connus dans les données statistiques et qui faussent les résultats.

Un autre vaste domaine, qui avait d'abord été exploré dans les années soixante, concerne les langages naturels, sujet de réflexion de David Mumford.

David Mumford, mathématicien mondialement connu, a travaillé depuis les années 1980 sur la vision. Ces dernières années, il a développé des tentatives appuyées sur l'apprentissage structurel (la présence de la grammaire dans les phénomènes cognitifs), en vue d'intégrer les progrès récents dans les domaines de la vision, du langage, de la cognition, de l'apprentissage et aussi des applications de la théorie des jeux en sciences sociales. L'un des buts de ses travaux est de construire une architecture cognitive de la communication homme-machine.

En effet, l'apprentissage chez l'homme conduit à reconnaître des *patterns*<sup>(18)</sup>, des « formes », dans des contextes cognitifs très variés. Ces formes sont utilisées comme des blocs de construction pour créer de nouvelles formes plus complexes. Ce schéma n'est pas inclus

dans le système des réseaux neuronaux. On pourra consulter l'article de David Mumford et Song-Chun Zhu et la discussion passionnante avec Ulf Persson<sup>(19)</sup> qui vise à préciser la place centrale de la grammaire dans tous les processus cognitifs.

Certaines recherches en cours ont conduit à des études mêlant questions scientifiques, techniques et éthiques<sup>(20)</sup>.

Plusieurs événements récents ont stimulé la mise en accusation des conséquences éthiques et politiques des nouvelles techniques informatiques :

- Les recherches sur l'automobile ont conduit à des questions de « morale automobile », par exemple en cas de recherche de « moindre mal » pour une voiture autonome.

- Les outils informatiques contribuent déjà depuis plus d'une vingtaine d'années au *marketing* et donc aussi au *marketing* politique. Les élections présidentielles américaines récentes ont mis en cause le rôle d'officines utilisant ces outils de pointe pour soutenir un candidat, d'où les accusations contre les *big data*<sup>(21)</sup>.

Des risques de manipulation comme le rôle supposé d'une officine de statistiques de Cambridge dans les élections américaines ont aussi servi à diffuser une vision catastrophiste de l'influence du *Deep Learning*.

En Californie, le *Center for Human-Compatible Artificial Intelligence* (CHAIR) à Berkeley réunit des chercheurs inquiets des conséquences socio-politiques évoquées plus haut, les risques sur la sécurité et les droits des personnes. On imagine le bouleversement que pourrait apporter la possibilité de dialoguer en langue naturelle avec les ordinateurs, ou bien l'exploitation sans risques majeurs d'un réseau de voitures autonomes sans conducteur. Ainsi les enjeux économiques et politiques stimulent une intense activité de recherche et développement, mais aussi des réflexions politiques.

Comme souvent, la nouvelle technoscience en formation, telle la langue d'Ésope, apporte le meilleur (par exemple dans l'accélération des diagnostics médicaux) comme le pire (les capacités démultipliées en

(19) D. Mumford, avec Song-Chun Zhu, « A stochastic grammar of images », in *Foundations and Trends in Computer Graphics*, n° 2 et 4, janvier 2006, et D. Mumford, « Grammar isn't merely part of language », *Discussion with Ulf Persson*, in <http://www.dam.brown.edu/people/mumford/blog/2016/grammar.html>

(20) Par exemple J.F. Bonnefon, « The moral machine experiment », *Nature*, 27 octobre 2018.

(21) O'Neil, *Weapons of Math Destruction : How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*, Crown, 2016.

(17) A. Kevorkian, *Montaigne ou Descartes ?*, Le Lecteur, 1999.

(18) La *pattern theory* de U. Grenander et M. Mille est négligée en France.

Chine d'exercer un contrôle social rigide sur des millions d'individus). Ce double visage nous rappelle la vision prophétique de von Neumann, car il en fut déjà ainsi des découvertes liées à la physique atomique. Mais, de plus, aujourd'hui notre univers tout entier semble se réduire à des myriades de nombres. René Thom nous mettait déjà en garde : « C'est une hypothèse technologique que celle de la discrétisation de l'univers, c'est la pensée technique qui l'impose, la pensée algorithmique<sup>(22)</sup>. »

(22) R. Thom, *Prédire n'est pas expliquer*, Eshel, 1991.

Il faut contrôler le développement de la technoscience, ses utilisations doivent faire l'objet d'un débat politique et moral. Mais, rassurons-nous : le *big data* ne tuera pas l'intuition, le rêve, la poésie, l'imagination, il ne pourra pas supplanter l'imagination scientifique<sup>(23)</sup> ni encore moins la « pensée sauvage<sup>(24)</sup> ».

JEAN-MICHEL KANTOR

(23) G. Holton, *L'Imagination scientifique*, Gallimard, 1970.

(24) C. Lévi-Strauss, *La Pensée sauvage*, Pocket Agora, 1990.

### TROIS TEMPS DES TROUBLES DANS L'HISTOIRE DE LA RUSSIE

*Trois grands Temps des Troubles se trouvent réunis sur mes tables : celui du XVII<sup>e</sup> siècle ; je lis les différents historiens qui en ont parlé, et je cherche des leçons à en tirer ; celui de l'année Dix-sept, étudié jusqu'aux tréfonds ; et le Troisième Temps des Troubles, celui d'aujourd'hui, encore plus funeste que les deux premiers, et dont La Roue a raté l'heure, il est trop tard.*

*Ces soixante-quinze années impitoyables se sont inscrites les unes après les autres sur la face de notre pays – en strates toujours nouvelles, toujours plus écrasantes, abolissant la mémoire du passé, empêchant de reprendre son souffle, de retrouver ses esprits, de comprendre où l'on allait, sur quelle route. Et nous voici de nouveau sur celle-là même, celle de Février : celle qui mène au chaos, aux déchirements, aux dissensions. Et nos démocrates, comme en 17, une fois au pouvoir, ne savent qu'en faire : il leur manque le courage et le professionnalisme.*

*Au XVII<sup>e</sup> siècle, notre peuple dans les profondeurs du pays était sain, bien nourri, et son assise morale était ferme. Il a su résister. En Dix-sept – il était bien nourri et encore sain de corps. Mais maintenant ? Affamés, malades, désespérés, tous, dans une perplexité complète, se demandent où on les a conduits.*

Alexandre SOLJÉNITSYNE, 28 novembre 1990,  
*Journal de La Roue rouge*, Fayard, 2018, p. 663.